

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA DE UN CENTRO
MÉDICO**

AUTOR: Joaquín Villanueva Martín

TUTOR: Esteban Domínguez González-Seco

Leganés, 11 de Abril de 2012

ÍNDICE

ÍNDICE

0. OBJETIVOS	3
1. MEMORIA DESCRIPTIVA	5
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	137
3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	239
4. PRESUPUESTO.....	323
5. ANEXOS	373
6. PLANOS.....	413
7. CONCLUSIONES.....	440
8. BIBLIOGRAFÍA	442

OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto fin de carrera es el de especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas necesarias para la instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro médico.

El edificio está situado en la localidad de Alcobendas, en la calle Bulevar Salvador Allende y consta de cinco plantas. En la planta semisótano se encuentra el centro de transformación y seccionamiento así como los grupos de presión y el cuadro general de baja tensión. La planta tercera alojará diferentes equipos electromecánicos, como son el grupo electrógeno o el equipo de climatización.

El proyecto se basará en todo momento en la aplicación de las diferentes normativas aplicables en el territorio nacional, pero principalmente se apoyará en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus diferentes instrucciones técnicas.

Se deberá empezar enmarcando el edificio según la normativa. Al ser un edificio destinado al uso sanitario, como es un centro médico, se debe considerar como local de pública concurrencia. A partir de esta información se diseñará la instalación aplicando la normativa establecida en el reglamento para esta clase de edificios.

Se empezará calculando las necesidades de potencia de la instalación en función de las cargas que se van a alimentar, en este apartado se desglosarán los diferentes consumos en función de los tipos de carga, diferenciando entre cargas normales y cargas de seguridad.

Una vez que conocemos la potencia de la instalación se pasará a diseñar el modo de alimentación de esta. La instalación de media tensión se compondrá de un centro de transformación y seccionamiento. El centro de seccionamiento es el punto de partida de nuestra instalación y contará con diferentes celdas donde se conectará la acometida de la compañía. Después pasaremos al centro de transformación donde se sitúan las celdas de protección y medida, además del transformador que adaptará la tensión de distribución (20kV) a la tensión adecuada para el consumo del edificio (400V).

Para abastecer las cargas de seguridad, tal y como indica el reglamento, se realizará la instalación de un suministro independiente en caso de fallo de alimentación de la red. En este caso se instalará un grupo electrógeno de la potencia necesaria.

Posteriormente se diseñará el sistema de puesta a tierra del edificio para la protección de las instalaciones y de posibles contactos indirectos, teniendo en cuenta el esquema de conexión de neutro.

El siguiente paso será definir la instalación del cuadro general de baja tensión (CGBT) de reparto a los diferentes cuadros secundarios alojados en las distintas zonas

del edificio. Se diseñará la coordinación de toda la aparamenta de protección en base a criterios de selectividad y filiación. A su vez se calcularán las diferentes líneas que transporten la potencia necesaria en cada caso, calculando las protecciones en función de estas.

Una vez que todo lo anterior esté calculado se procederá a la instalación de las diferentes cargas, como luminarias, tomas de corriente, unidades de climatización, bombas, etc.

Todos estos apartados a describir, diseñar y calcular irán acompañados del pliego de condiciones técnicas y planos necesarios para la ejecución de la obra.

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. GENERALIDADES	16
2. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	16
3. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	17
4. PREVISIÓN DE CARGAS.....	19
5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	20
5.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO	20
5.1.1 OBJETIVO	20
5.1.2 TITULAR	21
5.1.3 EMPLAZAMIENTO.....	21
5.1.4 ANTECEDENTES	21
5.1.5 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	22
5.1.6 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ACOMETIDA	23
5.1.7 NORMATIVA.....	23
5.1.8 POTENCIAS Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LAS REDES DE UTILIZACIÓN.....	26
5.1.8.1 POTENCIAS	26
5.1.8.1.1 POTENCIAS ESTIMADAS	26
5.1.8.1.2 POTENCIA INSTALADA	26
5.1.8.1.3 POTENCIA CONTRATADA.....	27
5.1.8.2 CARACT. ELÉCTRICAS DE LA RED DE UTILIZACIÓN	27
5.1.8.2.1 RED DE ALTA TENSIÓN	28
5.1.8.2.2 RED DE BAJA TENSIÓN.....	31
5.1.9 ACOMETIDA ELÉCTRICA Y CATEGORÍA DE CLASIFICACIÓN	31
5.1.10 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	32
5.1.10.1 ALIMENTACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	32

5.1.10.2 EL HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF ₆) COMO DIELECTRICO .	33
5.1.10.3 ELECCIÓN DEL MODELO DE CELDAS. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES	34
5.1.10.4 COMPOSICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS CELDAS RM6.....	36
5.1.10.5 NORMATIVA.....	37
5.1.10.6 CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD EN REFERENCIA A LAS PERSONAS.....	38
5.1.10.6.1 EN RELACIÓN A LA APARAMENTA.....	38
5.1.10.6.2 EN RELACIÓN A LOS MANDOS FIABLES.....	39
5.1.10.6.3 EN RELACIÓN A LA VISUALIZACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA.....	40
5.1.10.6.4 EN RELACIÓN AL ENSAYO DE ARCO INTERNO	41
5.1.10.6.5 EN RELACIÓN A LA INSENSIBILIDAD DEL ENTORNO....	41
5.1.10.6.6 EN RELACIÓN A LA SEGURIDAD DE EXPLOTACIÓN.....	42
5.1.10.6.7 EN RELACIÓN A LOS INDICADORES DE PRESENCIA DE TENSIÓN	42
5.1.10.6.8 EN RELACIÓN A LA INDICACIÓN DE PRESENCIA GAS...	43
5.1.10.7 PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES.....	43
5.1.10.7.1 PROTECCIÓN MEDIANTE INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS	43
5.1.10.7.2 PROTECCIÓN MEDIANTE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	45
5.1.10.8 CONEXIÓN DE LAS CELDAS	48
5.1.10.8.1 GENERALIDADES	48
5.1.10.8.2 COMO DEFINIR EL PASATAPAS DE CONEXIÓN	48
5.1.10.9 AMPLIACIÓN DEL CONJUNTO. CELDAS EXTENSIBLES	50
5.1.10.10 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO COMPACTO.....	51
5.1.10.11 INSTALACIÓN DEL CONJUNTO COMPACTO RM6.....	53

5.1.10.12 ACCESOS	54
5.1.10.12.1 ACCESO DE PERSONAL	55
5.1.10.12.2 ACCESO DE MATERIALES.....	55
5.1.10.13 FUNCIONES OPCIONALES.....	55
5.1.10.13.1 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE 630 A.....	55
5.1.10.13.2 TELEMANDO	56
5.1.11 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO	57
5.1.11.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CELDAS SM6	57
5.1.11.2 COMPOSICIÓN DEL CONJUNTO COMPACTO. TIPOS DE CELDAS.....	62
5.1.11.2.1 CELDA DE LINEA	62
5.1.11.2.2 CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	62
5.1.11.2.3 CELDA DE MEDIDA	65
5.1.11.3 CONSTITUCIÓN DE LAS CELDAS SM6	66
5.1.11.3.1 CELDA CON INTERRUPTOR - SECCIONADOR.....	67
5.1.11.3.2 CELDA CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.....	68
5.1.11.3.3 SEGURIDAD DE EXPLOTACION.....	69
5.1.11.3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPARTIMENTOS DE LAS CELDAS SM6.....	70
5.1.11.3.4.1 COMPARTIMENTO DE APARAMENTA	70
5.1.11.3.4.2 COMPARTIMENTO DE JUEGO DE BARRAS.....	78
5.1.11.3.4.3 COMPARTIMENTO DE CABLES O CONEXIÓN Y APARAMENTA	78
5.1.11.3.4.4 COMPARTIMENTO DE MANDOS.....	79
5.1.11.3.4.5 COMPARTIMENTO DE CONTROL.....	80
5.1.11.4 EDIFICIO	81
5.1.11.5 ACCESOS	82

5.1.11.5.1 ACCESO DE PERSONAL	82
5.1.11.5.2 ACCESO DE MATERIALES	82
5.1.12 TRANSFORMADOR DE POTENCIA	83
5.1.12.1 DESCRIPCIÓN DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA	83
5.1.12.1.1 TIPO DE TRANSFORMADOR	84
5.1.12.1.2 NORMATIVA.....	84
5.1.12.1.3 CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO	85
5.1.12.2 TECNOLOGÍA DEL TRANSFORMADOR.....	86
5.1.12.2.1 CIRCUITO MAGNÉTICO	86
5.1.12.2.2 BOBINADO DE BAJA TENSIÓN.....	87
5.1.12.2.3 BOBINADO DE MEDIA TENSIÓN	88
5.1.12.2.4 SISTEMA DE ENCAPSULADO DE MT	89
5.1.12.3 PROTECCIÓN TÉRMICA DEL TRANSFORMADOR	90
5.1.12.4 CONEXIONES AL TRANSFORMADOR	92
5.1.12.4.1 CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.....	92
5.1.12.4.2 CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	92
5.1.12.5 ENSAYOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	92
5.1.12.5.1 ENSAYOS DE CHOQUE TÉRMICO.....	93
5.1.12.5.2 ENSAYOS DE CONDENSACIÓN Y HUMEDAD.....	94
5.1.12.5.3 ENSAYO DE COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO.....	95
5.1.13 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	96
5.1.14 PUESTAS A TIERRA	97
5.1.14.1 CONSIDERACIONES GENERALES	97
5.1.14.2 TOMAS DE TIERRA	98
5.1.14.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	99
5.1.14.3.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN DE LAS MASAS O TIERRA DE PROTECCIÓN.....	99

5.1.14.3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN DE LAS MASAS O TIERRA DE PROTECCIÓN.....	99
5.1.14.3.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN PARA SERVICIO	100
5.1.15 CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	100
5.1.15.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	100
5.1.15.2 INTERCONEXIÓN EN ALTA TENSIÓN CON EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	101
5.1.15.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	101
5.1.15.3.1 EDIFICIO DE OBRA CIVIL	101
5.1.15.3.2 TRANSFORMADOR DE POTENCIA	102
5.1.15.3.3 CELDAS SM6.....	102
5.1.15.4 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	103
5.1.16 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	103
5.1.16.1 ALUMBRADO	103
5.1.16.2 CONTRAINCENDIOS	104
5.1.16.3 VENTILACIÓN	105
5.1.16.4 CONDENSADORES	105
5.2 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT) Y DE CIRCUITOS DE SEGURIDAD	105
5.3 CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN DE EN PLANTAS	106
5.4 LINEAS PRINCIPALES.....	109
5.5 LÍNEAS DE DERIVACIÓN A CUADROS SECUNDARIOS Y TOMAS ELÉCTRICAS	113
5.6 DISTRIBUCIÓN EN PLANTAS.....	114
5.7 ALUMBRADO DE INTERIORES.....	117
5.8 RED DE PUESTA A TIERRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	119

5.9 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA. BATERÍA DE CONDENSADORES	125
5.9.1 GENERALIDADES	125
5.9.2 VENTAJAS TÉCNICAS DE LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	127
5.9.2.1 USO OPTIMIZADO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS.....	128
5.9.2.2 USO OPTIMIZADO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS	129
5.9.2.3 REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS	129
5.9.2.4 REDUCCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.....	129
5.9.3 VENTAJAS ECONÓMICAS DE LA REDUCCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	130
5.9.4 CORRECCIÓN AUTOMÁTICA	131
5.9.5 BATERIA DE CONDENSADORES.....	131
5.10 PARARRAYOS	133
5.11 GRUPO ELECTRÓGENO	134

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Previsión de cargas

Tabla 2. Características eléctricas de las celdas RM6

Tabla 3. Elección del calibre del fusible

Tabla 4. Medidas del fusible según su calibre

Tabla 5. Regulación de la intensidad nominal del relé

Tabla 6. Características eléctricas de las celdas SM6

Tabla 7. Poder de corte máximo

Tabla 8. Poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra

Tabla 9. Características técnicas del cable RZ1-K (AS) del fabricante Prysmian

Tabla 10. Características técnicas del cable RZ1-K (AS +) del fabricante Prysmian

Tabla 11. Características técnicas del cable H07Z1-K (AS)

Tabla 12. Niveles mínimos de iluminación

Tabla 13. Potencia Activa transmitida según factor de potencia

Tabla 14. Características eléctricas y mecánicas de la Batería de Condensadores

Tabla 15. Composición y medidas de la Batería de Condensadores

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Plano de situación del centro médico
- Figura 2. Potencias normalizadas de transformadores en kVA
- Figura 3. Esquema TN-S (obtenida del REBT)
- Figura 4. Ejemplo de conexión de relés direccionales
- Figura 5. Centros de transformación conectados en anillo
- Figura 6. Molécula de Hexafloruro de azufre
- Figura 7. Celdas compactas gama RM6
- Figura 8. Placa de características de las celdas RM6
- Figura 9. Interruptor de tres posiciones
- Figura 10. Mandos de celda compacta RM6
- Figura 11. Puesta a tierra de las celdas
- Figura 12. Ensayo de arco interno
- Figura 13. Aislamiento integral de las celdas
- Figura 14. Pletinas de puesta a tierra
- Figura 15. Indicadores de presencia de tensión
- Figura 16. Indicador de presión del gas SF₆
- Figura 17. Cotas del fusible Fusarc CF del calibre 50
- Figura 18. Pasos para cambiar un fusible
- Figura 19. Relés de protección VIP 30 y VIP 35
- Figura 20. Duración de la intervención del relé
- Figura 21. Pasatapas de conexión
- Figura 22. Tipos de pasatapas de conexión
- Figura 23. Compartimentos de cables
- Figura 24. Partes extensibles de la celda compacta
- Figura 25. Dimensiones del conjunto compacto
- Figura 26. Cartel con las 5 reglas de oro
- Figura 27. Malla metálica de protección del Centro de Seccionamiento
- Figura 28. Puertas de acceso de personal y de materiales
- Figura 29. Conjunto compacto RM6 con interruptor automático de 630 A
- Figura 30. Monitorización de redes teledirigidas
- Figura 31. Ejemplo de red teledirigida
- Figura 32. Celda modular gama SM6-24

- Figura 33. Celda de línea modelo IM
- Figura 34. Celda de protección con interruptor automático modelo DM1C
- Figura 35. Enclavamiento tipo E24
- Figura 36. Celda de medida modelo GBC2C
- Figura 37. Estructura modular de las celdas SM6
- Figura 38. Celda con interruptor-seccionador
- Figura 39. Celda con interruptor automático
- Figura 40. Compartimento de aparamenta
- Figura 41. Partes del compartimento de la aparamenta
- Figura 42. Posiciones del interruptor
- Figura 43. Interruptor automático SF1
- Figura 44. Partes del interruptor automático
- Figura 45. Proceso de precompresión del SF6
- Figura 46. Relé VIP300
- Figura 47. Mando CS1
- Figura 48. Mando RI
- Figura 49. Mando CI1
- Figura 50. Transformador Trihal MT/BT
- Figura 51. Transformador Trihal con envolvente metálica
- Figura 52. Circuito magnético
- Figura 53. Horno de polimerización de la BT
- Figura 54. Torno para bobinas de MT en bandas
- Figura 55. Estación de encapsulado de MT
- Figura 56. Termómetro Digital MB103
- Figura 57. Esquema de funcionamiento del termómetro digital
- Figura 58. Ensayo C2a
- Figura 59. Ensayo C2b
- Figura 60. Ensayo E2a
- Figura 61. Ensayo E2b
- Figura 63. Cámara de ensayos IEC 60332 – 3
- Figura 64. Evolución de la temperatura durante el ensayo
- Figura 65. Armario para el cuadro de contadores
- Figura 66. Conductor de cobre desnudo grapado a la pared
- Figura 67. Bandeja blindada para líneas eléctricas de AT

- Figura 68. Extintor de 113b de eficacia
- Figura 69. Cuadro General de Baja Tensión
- Figura 70. Cuadro Secundario Prisma Plus gama G
- Figura 71. Int. Dif. de 2 polos, 80 A y 30 mA de sensibilidad marca Schneider Electric
- Figura 72. Int. Aut. magnetotérmico de 2 polos y 10 A marca Schneider Electric
- Figura 73. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV
- Figura 74. Cable RZ1-K (AS +) 0,6/1 kV
- Figura 75. Tubo de plástico flexible libre de halógenos
- Figura 76. Caja de registro PLEXO IP-55 IK-07 del fabricante Legrand
- Figura 77. Cotas de la caja de registro PLEXO IP-55 IK-07
- Figura 78. Separación de las partes activas y masas accesibles
- Figura 79. Representación fasorial del factor de potencia
- Figura 80. Corrección del factor de potencia
- Figura 81. Batería de condensadores Circutor STD12-300-400
- Figura 82. Medidas de la Batería de Condensadores
- Figura 83. Pararrayos Cirprotec modelo CPT-1
- Figura 84. Principio de funcionamiento del pararrayos Cirprotec CPT-1
- Figura 85. Grupo electrógeno Tigüer de 250 kVA

1. GENERALIDADES

El objetivo de este punto es el de definir de forma muy breve, las instalaciones eléctricas de media y baja tensión a ejecutar, conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión y demás normas complementarias vigentes en el edificio de la calle Bulevar Salvador Allende en la localidad de Albendas, Madrid, propiedad de Sanitas.

Para atender las necesidades de potencia del edificio se sitúa en la planta semisótano en un cuarto específico, el centro de transformación y seccionamiento, con acceso propio para la Compañía suministradora y que cuenta con espacio para situar las celdas de entrada, considerando esta el punto de partida de nuestra instalación con una tensión nominal de 20kV.

El suministro complementario de reserva estará atendido mediante un Grupo Electrónico de arranque, conexión y desconexión a la red eléctrica, así como parada automática por falta y la consecuente vuelta del suministro normal.

Se aplicarán los criterios establecidos en el código técnico de la edificación en materia de eficiencia energética y seguridad en instalaciones eléctricas.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

Apoyándonos en el capítulo 1 de la ITC-BT-28, cuyo reglamento se aprueba en el Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto de 2002 siendo publicado en el BOE del 18 de Septiembre del mismo año, en donde se cataloga desde el punto de vista eléctrico como de “Pública Concurrencia”, a todos los locales de uso sanitario como hospitales, ambulatorios, sanatorios o centros médicos, como es nuestro caso, con unas características técnicas que deben cumplirse en referencia a los suministros complementarios de reserva y alumbrado de emergencia.

Una vez definido nuestro edificio desde el punto de vista eléctrico, continuaremos con los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales, los de la Compañía Suministradora y los del Ayuntamiento que ha sido necesario seguir para la realización del proyecto, y en particular los siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de Agosto, donde se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias y Normas de carácter eminentemente técnicas, y especialmente de características de los materiales. Dichas Normas proceden en su mayor parte de las normas europeas EN e internacionales CEI, que consigue disponer de soluciones técnicas en sintonía con lo aplicado en los países más avanzados y que reflejen un alto grado de consenso en el sector. Las prescripciones establecidas por el citado Reglamento se consideran que

alcanzan los objetivos mínimos de seguridad exigibles en las instalaciones eléctricas.

- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, según orden Ministerial del 9 de marzo de 1971, además de Anexos Especiales y normas de carácter singular y concreto para actividades especiales cuyos riesgos específicos diferenciales así lo aconsejen.
- Normas particulares de la Compañía suministradora (Iberdrola, en nuestro caso).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas. (Ayuntamiento, Bomberos y Medio Ambiente).
- Real Decreto N° 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Dicho Código se trata de un instrumento normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, dando solución a los requisitos básicos de la edificación relacionados con la seguridad y bienestar de las personas, tanto a la seguridad estructural y de protección contra incendios, como a la salubridad, la protección contra el ruido, el ahorro energético o la accesibilidad a personas con movilidad reducida.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, según el Real Decreto del Ministerio de Industria y Energía con N° 3275/1982 de 12 de Noviembre de 1982, e Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas instrucciones MIE-RAT con orden de fecha 6 de julio de 1984, modificadas la mayoría el 10 de Marzo del 2000. El Reglamento 3275/1982, tiene por objeto las condiciones y garantías técnicas a que han de someterse las instalaciones eléctricas cuya tensión nominal eficaz sea superior a 1 kV, entre dos conductores cualesquiera, con frecuencia de servicio inferiores a 100 Hz.
- Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado exterior, del 14 de Noviembre del 2008.

3. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

En este punto se describen y justifican las soluciones a adoptar para las instalaciones.

Desde el Cuadro General de Baja Tensión situado en el sótano (CGBT), alimentado normalmente por un transformador de 630 kVA, o extraordinariamente por el grupo electrógeno, partirán circuitos comunes para alumbrado y fuerza, tomas de corriente, usos varios e informáticos. Además, desde este Cuadro General se alimentarán potencias eléctricas dedicadas a usos específicos del alumbrado y fuerza del edificio, climatización de plantas, tomas eléctricas necesarias, grupos de presión de incendios, ascensores y otros.

Para las instalaciones de alumbrado y fuerza (tomas de corriente), se preverán Cuadros Secundarios (CS) por planta. Desde donde partirán los circuitos de iluminación y fuerza para la totalidad de la planta.

Para la solución a adoptar con dos escalones de protección: Cuadro General de BT y Cuadros Secundarios de zona en plantas, se diseñarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de tal forma, que existirá entre ellos selectividad en el disparo frente a cortocircuitos para la máxima corriente obtenida por cálculo en cada punto, teniendo en cuenta que la corriente de cortocircuito máxima en barras del Cuadro General de BT está prevista para un transformador de 630 kVA.

Se instalará una batería de condensadores con filtros desintonizados de rechazo en el cuarto que alojará el CGBT en el sótano para compensar la potencia aparente que pueda producirse en todo el edificio.

Por lo general el control de alumbrado se realizará mediante un reloj programable horario y una serie de detectores de movimiento. Este sistema permitirá a la propiedad el control de encendidos, manteniendo un horario en el que todo el sistema permanezca encendido y otro en el cual la iluminación permanezca encendida sólo cuando algún dispositivo detecte movimiento.

Los cuadros eléctricos se montarán en los almacenes anexos a las recepciones de cada planta si es posible, en caso contrario se montarán justo detrás de recepción, donde sólo personal autorizado pueda actuar sobre ellos.

Como alumbrados especiales se preverán los siguientes:

1. Alumbrado de Emergencia

Se ha proyectado un alumbrado especial “combinado” de ambiente y evacuación, utilizando para él aparatos autónomos provistos de acumuladores Níquel-Cadmio con autonomía de una hora. Estos aparatos se han situado en puertas, pasillos, vestíbulos, escaleras y zonas cuya superficie necesite más aparatos autónomos.

2. Medidas de seguridad

Para el servicio del Ascensor de Seguridad y bombas de Incendios se dispondrán Transformadores de Aislamiento, como protección adicional contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, en el CGBT. Las líneas de alimentación se realizarán con conductores del tipo (AS+) resistentes al fuego.

4. PREVISIÓN DE CARGAS

Para la determinación de las potencias a plena carga que cubran las necesidades del Suministro Normal por la Compañía y Complementario de Reserva por el Grupo Electrónico, se han utilizado los planos en planta de alumbrado y fuerza. De dichos planos se ha obtenido el cálculo de las cargas instaladas, reflejadas en el esquema que se adjunta más abajo.

En la ITC BT 44 se indica que las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar prevista para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas y que la carga prevista en voltamperios será como mínimo 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta.

Como se observa en el cuadro posterior, la potencia a instalar asciende a un total de 595.400 W. Para poder atender esta demanda, instalaremos un transformador de 630 kVA.

También hemos de disponer de un Grupo Electrónico para el Complemento de Reserva. Para su uso en caso de emergencia, dicho Grupo tendrá una potencia de 250 kVA, ya que como podemos observar en los resultados de la tabla adjunta, los servicios de emergencia requieren una potencia de 120.400 W, con lo cual estaría garantizado su correcto funcionamiento en caso de avería.

Para los servicios de Emergencia marcados con la indicación (*), todas las acometidas se ejecutarán con conductores resistentes al fuego de referencia RZ1-K (AS+). Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Serán cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123-4. El cable RZ1-K, es un conductor flexible de cobre de clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), ideal para los sistemas contra incendios. Como la propia norma UNE 21123 nos indica, el neutro será, en general, de la misma sección que los conductores de fase. Pudiéndose emplear un neutro con menor sección cuando no existan desequilibrios o corrientes armónicas.

RELACIÓN POTENCIAS	UBICACIÓN	NORMAL (W)	EMERGENCIA (W)
ASCENSOR (*)	<i>Cubierta</i>		6.000
CS - PLANTA SÓTANO	<i>Sótano</i>		20.000
GP - INCENDIOS (*)	<i>Sótano</i>		9.200
CS - SALAS TÉCNICAS	<i>Sótano</i>		10.000
GP - FONTANERÍA	<i>Sótano</i>		5.200
CS - RECEPCIÓN	<i>Planta Baja</i>		10.000
CS - FIV	<i>Planta Segunda</i>		30.000
CS - RACKS	<i>Cubierta</i>		30.000
CS - CLIMA	<i>Cubierta</i>	60.000	
BATERÍA DE CONDENSADORES	<i>Sótano</i>	300.000	
CS - PLANTA BAJA	<i>Planta Baja</i>	35.000	
CS - PLANTA PRIMERA	<i>Planta Primera</i>	40.000	
CS - PLANTA SEGUNDA	<i>Planta Segunda</i>	25.000	
TE - ENFRIADORA	<i>Cubierta</i>	140.000	
CS - RAYOS X	<i>Sótano</i>	50.000	
CS - MAMÓGRAFO	<i>Sótano</i>	5.000	
CS - TAC	<i>Sótano</i>	100.000	
CS - PARCELA	<i>Planta Baja</i>	20.000	
POTENCIAS TOTALES		475.000	120.400

Tabla 1. Previsión de Cargas

En la tabla anterior podemos ver la relación de potencias de las cargas, con la potencia demandante en funcionamiento normal y la potencia demandada en funcionamiento de emergencia, así como la ubicación de las cargas a lo largo del edificio.

Como se puede observar ninguna de las cargas se encuentra en funcionamiento en ambas situaciones, puesto que las cargas en funcionamiento habitual eximen de las cargas en funcionamiento de emergencia.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

5.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO

5.1.1 OBJETIVO

Se pretende definir las condiciones necesarias para la implantación de un nuevo Centro de Transformación, para 15-20/0.42 kilovoltios, en el interior del edificio, con una potencia total de 630 kVA para ser ubicado en el sótano.

El Objeto es establecer las condiciones y garantías técnicas a las que han de someterse las instalaciones eléctricas de más de mil voltios para:

- Protección de las personas y objetos del edificio
- Regularidad para el uso de la instalación
- Definición de los materiales a emplear y su instalación
- Determinar el grado de inversión necesaria
- Definir las ampliaciones previsibles
- Definir las condiciones de la puesta en servicio de la misma
- Condicionar las operaciones de mantenimiento
- Aportar datos para la contratación de la energía

5.1.2 TITULAR

El titular del presente proyecto es **Sanitas**, un grupo empresarial en el área de la asistencia sanitaria y de los seguros médicos. Es el líder en seguros privados de asistencia médica y salud en España.

5.1.3 EMPLAZAMIENTO

El edificio se ubicará en la calle Bulevar Salvador Allende en la localidad de Alcobendas en Madrid. A continuación su muestra su situación en un plano callejero:



Figura 1. Plano de situación del Centro Médico

5.1.4 ANTECEDENTES

Como se puede observar en la tabla 1, la estructura del edificio consta de cuatro plantas (tres plantas en altura más la planta baja) y un sótano. Para atender a la demanda de potencia instalada en dicho edificio, se pretende la implantación de un nuevo Centro

de Transformación (CT) para 15-20/0,42 Kilovoltios, en el interior del edificio, con una potencia total de 630 kVA para ser ubicado en la planta sótano, con un Centro de Seccionamiento (CS), que la compañía alimentará en Alta Tensión y ubicado en la fachada del edificio con acceso directo desde la calle, y cuyo acceso al mismo se encuentra limitado al personal de la compañía suministradora.

La compañía normalmente quiere que su bucle de acometida se instale en un local con acceso directo desde la calle, por lo que el nuevo bucle de alimentación, o nuevo Centro de Seccionamiento, se ubicará en un recinto especialmente acondicionado para el mismo, en planta baja o en la urbanización del edificio con entrada directa desde la calle.

5.1.5 SOLUCIÓN ADOPTADA

El presente proyecto define y caracteriza los nuevos elementos necesarios para satisfacer la necesidad de la compañía suministradora con las características requeridas, las normativas vigentes y la demanda de la propia instalación a llevar a cabo.

Los nuevos elementos serán el Centro de Seccionamiento (CS), la acometida en alta tensión que llega hasta el Centro de Transformación y el Centro de Transformación (CT) con todo lo que ellos con llevan. Vamos a dar una breve descripción de cada uno de estos tres elementos:

- *Centro de Seccionamiento (CS)*

Estará formado por celdas compactas prefabricadas del tipo RM6 con tensión asignada de 24 kV permitiéndonos un amplio abanico de combinaciones de una a seis unidades funcionales integradas y aisladas en SF6 del fabricante Merlin Gerin (Schneider Electric España), no vamos a entrar en más detalles de sus características eléctricas y de fabricación, pues esto lo llevaremos a cabo más adelante en el apartado 5.1.10.

El Centro de Seccionamiento formará un conjunto con el Centro de Transformación de la planta baja, siendo ubicado en un cuarto con acceso único y exclusivo para el personal de la compañía desde el exterior del edificio. Recibirá la entrada y salida del bucle de la compañía y alimentará en Alta Tensión al Centro de Transformación.

- *Acometida en alta tensión al Centro de Transformación*

Desde el Centro de Seccionamiento, se realizará la acometida en Alta Tensión mediante líneas de cables en AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, 12/20 kV, de 95 mm² en Aluminio situadas en bandejas blindadas.

○ *Centro de Transformación (CT)*

El Centro de Transformación estará formado por el tipo de celdas prefabricadas SM6, diseñadas por Merlin Gerin, una empresa perteneciente a Schneider Electric.

El Centro de Transformación recibirá la acometida proveniente del Centro de Seccionamiento y lo alimentará en Alta Tensión directamente. Desde la celda de medida, se alimentará a través de un cable de 94 mm² con malla el transformador de potencia, que estará ubicado en el mismo recinto, en una celda compartimentada con tabiques de fábrica de ladrillos y frontal de una puerta metálica con acceso desde el exterior del edificio.

También se instalará una celda de remonte, que nos permite subir los cables hasta el embarrado dotándonos de una mayor protección mecánica. En esta ocasión elegiremos un modelo GAME de Merlin Gerin cuyas características técnicas detallaremos más adelante en su apartado correspondiente. Por último, instalaremos una celda de protección general, cuya misión es proteger al resto de la instalación de posibles anomalías y por ello suele colocarse justo a continuación de la celda de entrada. La función de protección puede realizarse de dos maneras distintas, mediante fusibles o utilizando un interruptor automático especial para media tensión como será nuestro caso. Seleccionaremos el modelo DM1C de Merlin Gerin.

5.1.6 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ACOMETIDA

La empresa suministradora de energía eléctrica nos ha facilitado las características técnicas que ha de cumplir la acometida, que son las siguientes:

- Potencia de Cortocircuito: 400 MVA
- Tensión Nominal: 15.000 Voltios.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Tensión Máxima de desconexión: 0,4 Segundos.
- Conexión del neutro: Aislado
- Protección Exigida: 50-51 y 67 N.

5.1.7 NORMATIVA

Para la realización del proyecto que nos ocupa y la posterior realización de la obra, se han tenido en cuenta y se deberán cumplir las siguientes normas vigentes:

- Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación. Este reglamento tiene por objeto establecer las condiciones y garantías técnicas a las que han de someterse las instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios con frecuencia de servicio inferiores a 100 Hz ,como es el caso que nos ocupa, para:
 - Proteger a las personas, la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las instalaciones
 - Conseguir la necesaria regularidad en los suministros de energía eléctrica
 - Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico y la óptima utilización de las inversiones, a fin de facilitar, desde el proyecto de las instalaciones, la posibilidad de adaptarlas a futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.

Atendiendo al Artículo 3 del presente Real Decreto, que nos facilita la clasificación de las instalaciones eléctricas dependiendo de la tensión nominal utilizada en las instalaciones, podemos clasificar a la nuestra como de Tercera Categoría, que son aquellas cuya tensión nominal sea igual o inferior a 30 kV y superior a 1kV.

- De acuerdo con el Segundo Artículo del Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre, el Ministerio de Industria y Energía tiene potestad para dictar Órdenes Ministeriales o Resoluciones Aclaratorias, Ampliatorias o Complementarias sobre las instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-RAT) del Reglamento que considere convenientes para facilitar la correcta aplicación de ellas.

En nuestro caso las Órdenes Ministeriales que se declaran de obligado cumplimiento son las correspondientes a los años 1984, 1994, 1995, 1996 y 2000.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, sobre el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias. El presente decreto tiene por objeto el de establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de Baja Tensión, con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el funcionamiento normal de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios (en caso de que nuestras instalaciones pudieran ocasionar perturbaciones sobre las telecomunicaciones, las redes de distribución de energía o de terceros, deberemos de dotar nuestras instalaciones con los dispositivos protectores

adecuados), y contribuir a la fiabilidad técnica y eficiencia económica de las instalaciones.

- Normas UNE de obligado cumplimiento y hojas interpretativas de acuerdo con la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02, así como normas europeas (EN) o documentos de armonización (HD) del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) o Publicaciones de la Comisión Electrotécnica (CEI) que se podrán declarar de obligado cumplimiento siempre que respondan a razones de seguridad de las personas o cosas y calidad del servicio eléctrico a iniciativa de la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria y Energía o a petición de los Órganos competentes de las Comunidades Autónomas.
- Normas impuestas por las entidades públicas afectadas como la Comunidad Autónoma de Madrid, el Ayuntamiento, Medio Ambiente y Bomberos.
- El Artículo 7 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación indica que “las empresas suministradoras de energía eléctrica podrán poner especificaciones que fijan las condiciones técnicas que deben reunir aquellas partes de instalaciones de los consumidores que tengan incidencia apreciable en la seguridad, funcionamiento y homogeneidad de su sistema”.

En el MIE-RAT 19, apartado 3 del citado Reglamento de Normas Particulares, se indica que “la empresa distribuidora de energía, de acuerdo con lo previsto en el artículo Séptimo del Reglamento, podrán proponer normas particulares. No obstante esta normativa no debe alterar el principio que debe estar presente en todas las actuaciones de Distribución de “Atender en condiciones de igualdad las demandas de nuevos suministros eléctricos y la ampliación de los existentes”, tal y como se indica en el apartado i) del artículo 41 del Real Decreto de 1955/2000. En la orden del MIE del 10 de Marzo del 2000, N° 5737 Apartado 9, se indica que “Tales normas quedarán inscritas en los registros que a tal efecto se establezcan por los Órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por el Ministerio de Industria y Energía, a propuesta del centro competente en materia de Seguridad Industrial, en caso de aplicarse a más de una Comunidad Autónoma.

El objeto es regular las características técnicas a que deben ajustarse las instalaciones clientes alimentadas hasta 132 kV inclusive, en el ámbito de distribución de Iberdrola.

5.1.8 POTENCIAS Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LAS REDES DE UTILIZACIÓN

5.1.8.1 POTENCIAS

A continuación detallaremos, de forma muy breve, las potencias y las características eléctricas de las redes de utilización (propiedad de Iberdrola) para poder dar servicio a las instalaciones eléctricas del centro médico.

5.1.8.1.1 POTENCIAS ESTIMADAS

La distribución y conocimiento de las potencias de los receptores, tanto de alumbrado como de fuerza, nos permiten tomar la base para la definición de los circuitos necesarios para su correcto funcionamiento.

Bien sea por el conocimiento o estimación de las potencias o por la capacidad máxima que se determine para las líneas, podemos estimar las potencias mínimas a suministrar para cada cuadro secundario de nuestra instalación, teniendo en cuenta para ello los coeficientes de simultaneidad y utilización adecuados.

Siguiendo estos criterios podemos llegar a tener un conocimiento bastante aproximado de las potencias demandadas para cada una de las salidas del cuadro general de baja tensión.

A la suma de estas potencias demandadas debemos aplicarles un coeficiente de simultaneidad, en función del uso previsto, y con este resultado podemos estimar la potencia mínima necesaria para alimentar la instalación.

En nuestro caso se ha determinado como potencia estimada: 500 kVA

5.1.8.1.2 POTENCIA INSTALADA

Partiendo de la potencia estimada hallada anteriormente, determinaremos la potencia instalada, a partir de máquinas de transformación cuyas potencias sean normalizadas. De este modo, como se puede ver en la figura 1, recurriremos a un transformador de 630 kVA, ya que necesitamos cubrir las 500 kVA totales de nuestra instalación.

También tendremos presente que, del valor de la potencia instalada, depende el importe que la propiedad deberá pagar a la compañía suministradora, por el concepto de derechos de acometida.

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN kVA):
--

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

Figura 1. Potencias normalizadas de transformadores

De este modo, la potencia total instalada es de 630.000 VA.

5.1.8.1.3 POTENCIA CONTRATADA

Una vez conocida la potencia a instalar, la propiedad debe asesorarse, sobre la conveniencia de contratar con la Compañía Suministradora (Iberdrola), los kVA'S más próximos a su consumo real, previstos para los inicios y en un futuro más o menos próximo, teniendo en cuenta posibles ampliaciones de la instalación.

Las tarifas tienen términos fijos que se deben pagar con independencia del consumo eléctrico, en consonancia sólo con la potencia contratada.

Por todo ello, lo más recomendable es que:

- Se obtenga, de la Compañía Suministradora, las distintas tarifas aplicables a esta instalación, de manera que podamos seleccionar la que más nos interese.
- Se conozcan los recargos y bonificaciones que se aplicarán cuando las potencias consumidas sean superiores o inferiores a la potencia contratada. Y si el hecho de sobrepasar la potencia contratada con cierta asiduidad puede implicar otro tipo de inconveniencia para el consumidor final.
- Posibilidad de cambiar en el contrato el valor de la potencia contratada, cuando se tuviera un historial del consumo real de la instalación.
- Y como medida final, la contratación exigirá equipos de medida, acordes con el contrato. De forma que cualquier tipo de contador necesitará de los transformadores correspondientes de medida homologados y verificados por la Compañía Suministradora, y esto ya se contempla en este proyecto, pero la definición del tipo de contadores debe hacerse de acuerdo con el contrato del suministro, siendo relativamente habitual que la instalación y suministro de los contadores, lo realice la propia Compañía.

5.1.8.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA RED DE UTILIZACIÓN

Una vez analizadas las potencias necesarias, deberemos analizar brevemente las características eléctricas de la red de utilización, tanto de la Red de Alta Tensión como de la Baja Tensión.

5.1.8.2.1 RED DE ALTA TENSIÓN

La red de Alta Tensión que llega hasta el Centro de Transformación (CT), proviene del Centro de Seccionamiento. Dicho centro de transformación responderá a las siguientes características técnicas:

- Tensión Primaria: 20.000 V
- Potencia Instalada: 1x630 kVA
- Potencia de Cortocircuito: 400 MVA
- Intensidad Máxima de Cortocircuito: 13,47 kA
- Frecuencia: 50 Hz
- Sistema de Conexión del Neutro: Aislado
- Tensión de cortocircuito del Trafo: 6 %
- Relés de Protección: 50-51-67 N

A continuación vamos a explicar brevemente el significado de cada uno de los términos expresados anteriormente:

- *Tensión Primaria:* es la tensión a la cual se debe alimentar el transformador, dicho en otras palabras, la tensión nominal de su bobinado primario.
- *Potencia instalada:* podemos definirla como la máxima potencia que es capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella.
- *Potencia e intensidad máxima de cortocircuito:* es la sobreintensidad o sobretensión producida por un fallo de impedancia despreciable, entre dos conductores activos que presentan una diferencia de potencial en condiciones normales de servicio.
- *Frecuencia:* es el número de ciclos por unidad de tiempo de la corriente eléctrica.
- *Sistema de conexión del neutro:* Apoyándonos en la ITC-BT-08 (sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica), para determinar las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en casos de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de ello, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación por un lado, y de las masas de la instalación receptora por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el siguiente significado:

a) La primera letra se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra:

- T: Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
- I: Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

b) La segunda letra hace referencia a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:

- T: Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
- N: Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto suele ser el punto de neutro).

c) Otras letras (eventuales), se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

- S: Las funciones del neutro y protección, aseguradas por conductores separados.
- C: las funciones del neutro y protección, combinados en un solo conductor (conductor CPN).

En nuestro caso, se ha diseñado el sistema de conexión como hemos definido anteriormente, con el código TN-S. Los esquemas TN tienen un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección:

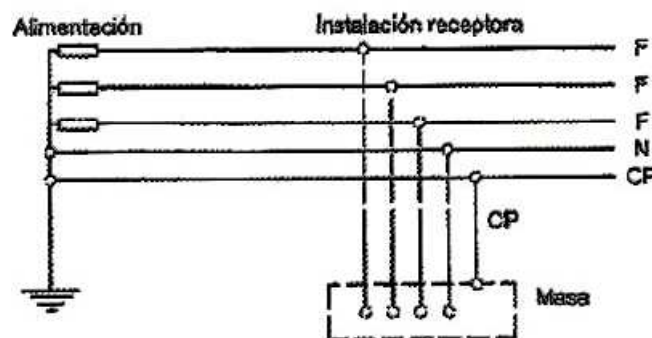


Figura 2. Esquema TN-S (Obtenida del REBT)

En el esquema TN-S, el conductor de neutro y el de protección son distintos en todo el esquema. En todas las instalaciones TN, cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

- *Tensión de cortocircuito del transformador:* Tensión expresada en % de la tensión nominal, a la que es preciso aplicar al primario para hacer circular la corriente nominal por el secundario, estando este en cortocircuito.
- *Relés de protección:* Los relés 50 y 51 pertenecen a la familia de relés RV-I, los cuales son relés de sobreintensidad con características de disparo instantánea (en el caso del 50) y temporizada (en el 51), diseñados para proteger equipos e instalaciones de sobrecorrientes ocasionadas por faltas a tierra (homopolares) o cortocircuitos entre fases.

Los relés RV-I, ofrecen información permanente de la medida de intensidad del circuito que vigila (el valor eficaz) y guarda información de la última falta sufrida por el equipo supervisado. Gracias a sus reducidas dimensiones es ideal para aplicaciones e instalaciones en la que los equipos son compactos.

El Relé 50 (unidad instantánea) dispone de las siguientes funciones de protección tanto para fase como para el neutro:

- Actuación instantánea ante faltas
- Tiempo Adicional

El Relé 51 (unidad temporizada) también dispone de funciones de protección para fase y neutro:

- Tiempo de operación ajustable
- Actuación por curvas, bien sean, Inversa, Muy Inversa, Extremadamente Inversa e incluso curvas especiales diseñadas para un cliente específicamente

El 67N se trata de un relé direccional, que se deben instalar en los respectivos terminales de las líneas a proteger, calibrados de tal manera que operen o cierren sus contactos cuando el flujo de corriente vaya en dirección de la barra de carga hacia la línea.

Cualquier falta que ocurra en alguna de las líneas a proteger, sin importar la calibración de los relés de corriente, los relés direccionales 67N, se encargarán de despejar la falta abriendo y sacando de servicio a las líneas afectadas.

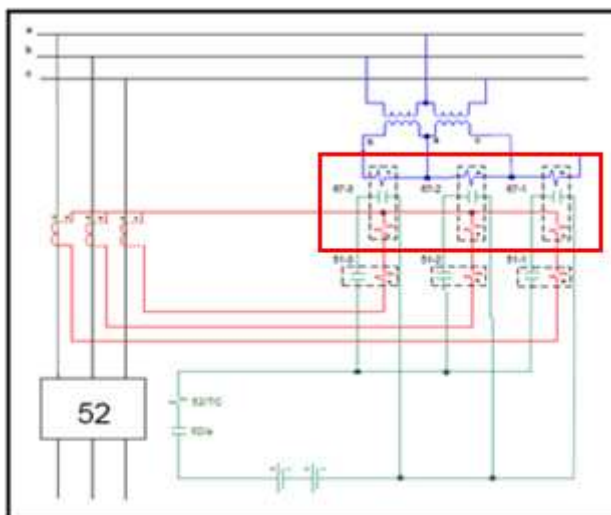


Figura 3. Ejemplo de conexión de relés direccionales

5.1.8.2.2 RED DE BAJA TENSIÓN

Con el transformador instalado y los datos indicados, para la red de alta tensión, tendremos las siguientes características para la red de baja tensión:

- Tensión Secundaria: 3 x 231 / 400 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Potencia disponible a plena carga: 630 kVA
- Intensidad Nominal: 895,69 A
- Intensidad de cortocircuito máxima en bornas del transformador de baja tensión: 15,16 kA

5.1.9 ACOMETIDA ELÉCTRICA Y CATEGORÍA DE CLASIFICACIÓN

La acometida eléctrica es la derivación que va desde la red de distribución de la empresa de servicio eléctrico, hasta el edificio que necesitamos alimentar que este caso es nuestro centro médico.

La Compañía suministradora, Iberdrola como hemos mencionado anteriormente, suministrará la potencia requerida con una línea subterránea de 15.000 V, a frecuencia de 50 Hz.

Atendiendo al Artículo 3 del Real Decreto 3275/1982 del 12 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, nos clasifica las instalaciones eléctricas en tres categorías:

- Primera Categoría: Las instalaciones de tensión nominal superior a 66 Kv
- Segunda Categoría: Las instalaciones de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV
- Tercera Categoría: Las instalaciones de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV

Como hemos visto anteriormente, nuestra instalación es de 15.000 V, luego podemos afirmar que se corresponderá a una instalación de Tercera Categoría.

La acometida general a la parcela, se tomará de la red que la Compañía suministradora tenga disponible más cercana al punto de enganche.

5.1.10 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

5.1.10.1 ALIMENTACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El Centro de Seccionamiento es la unidad donde se recibe la acometida de la Compañía Suministradora en Alta Tensión. Dicha alimentación, se realizará en forma de bucle o anillo como muestra la siguiente figura:

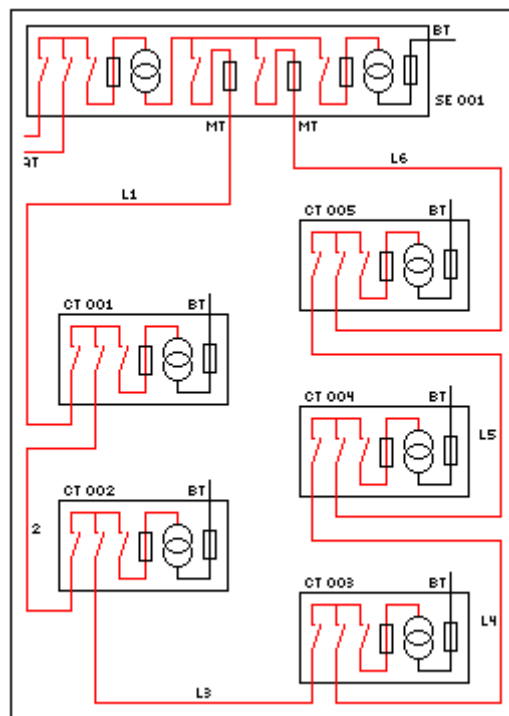


Figura 5. Red de Centros de Transformación conectados en anillo

Es la distribución de energía más usada en núcleos urbanos o industriales puesto que mediante cables subterráneos se alimentan diferentes centros de transformación con

una misma línea, realizando sus correspondientes entradas y salidas, de modo que se intercala un anillo entre ellos. Dado que se puede alimentar desde ambos lados del anillo nos aporta una mayor seguridad. De dicho bucle (el formado por la entrada y la salida) partirá para la alimentación al Centro de Transformación. En este caso, el Centro de Seccionamiento se encuentra separado del Centro de Transformación, uniéndose con él a través de líneas situadas en bandejas cerradas.

Las celdas para la entrada y salida del bucle de acometida de la Compañía, así como la celda de protección de la salida de la acometida al Centro de Transformación, como hemos indicado formarán un conjunto de celdas equipada con aparataje de alta tensión, bajo envolventes metálicas con aislamiento integral en Hexafloruro de Azufre (SF₆), para una tensión de hasta 24.000 Voltios, acorde con las siguientes normativas:

- CEI 60129. Seccionadores y Seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. La última data de 1996.
- UNE-EN 60265-1. Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. Data de 1999.
- CEI 60420. Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para Alta Tensión. Data del año 1990.
- Recomendaciones UNESA 6407.

5.1.10.2 EL HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF₆) COMO DIELECTRICO

Toda la aparataje estará agrupada en el interior de cada celda metálica estanca rellena de Hexafloruro de Azufre como elemento aislante. Como su fórmula indica, consiste en seis átomos de Flúor enlazados en torno a uno central de Azufre. Se trata de un gas inerte, unas cinco veces más pesado que el aire. No es tóxico ni inflamable pero es asfixiante y posee un color y olor característicos. Es estable en condiciones normales, y al exponerlo a elevadas temperaturas se descompone dando lugar a productos tóxicos los cuales pueden ser corrosivos en presencia de humedad.

Una de sus principales características es su elevada constante dieléctrica, por lo cual es empleado como gas aislante en numerosos equipos para la distribución eléctrica, como es en este caso.

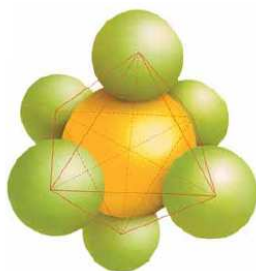


Figura 6. Molécula de Hexafloruro de azufre

Las propiedades físicas de dicho compuesto son:

- Peso molecular: 146,06 g/mol.
- Temperatura Sublimación: -63,9 °C
- Presión Vapor (20 °C): 22,77 Atm.
- Temperatura Crítica: 45,5 °C.
- Presión Crítica: 37,1 Atm.
- Densidad de gas (20 °C, 1 Atm): 6,16 g/l.
- Densidad Líquido (P.Sat, -50° C): 1,91 Kg/l.
- Densidad Líquido (21 °C): 1,371 g/ml.
- Grado Estabilidad Térmica: Hasta 800 °C.
- Solubilidad en agua (10 °C, ° Atm): 0,0076 m/ml H₂O.
- Calor latente de Vaporización: 38,6 cal/g.

5.1.10.3 ELECCIÓN DEL MODELO DE CELDAS. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES

El modelo seleccionado para el centro de seccionamiento de este proyecto son las celdas compactas de la gama RM6 fabricadas por *Schneider Electric*. Este conjunto de celdas están homologadas por la Compañía Suministradora (Iberdrola) y permitida su implantación en el caso que nos ocupa. Son un modelo comprobado que nos permite un amplio abanico de combinaciones de una a seis unidades funcionales integradas y aisladas en Hexafloruro de azufre. Dichas celdas se encuentran instaladas en redes de distribución de más de cincuenta países de África, América, Asia, Europa y Oceanía.



Figura 7. Celdas compactas de la gama RM6

Algunas de las características fundamentales de las celdas RM6 valoradas para su elección son las siguientes:

- *Garantizan la seguridad de las personas:* Ensayo de arco interno conforme a las normas ICE 62271-100 e ICE 62271-200, puesta a tierra visible, equipo móvil de tres posiciones que garantiza un enclavamiento natural y fiabilidad de los indicadores de posición del equipo
- *Insensibles al entorno:* Cuba de acero inoxidable con grado de protección IP67, receptáculos de fusibles desenchufables, estancos y metalizados, envoltorio exterior con grado de protección IP3X
- *Calidad certificada:* Conformidad con las normas nacionales e internacionales, Certificados ISO 9001 de diseño e ISO 9002 de fabricación, Instalación de unas 850.000 unidades en todo el mundo
- *Protege el medio ambiente:* Posibilidad de recuperar el gas al finalizar la vida útil del aparato y Certificado de calidad medioambiental ISO 14001
- *Instalación rápida y sencilla:* Conexión frontal de los cables a la misma altura y fijación al suelo mediante cuatro tornillos
- *Económico:* De una a seis unidades funcionales integradas en una misma envoltorio metálica con aislamiento y corte en SF6. Posee una vida útil de unos treinta años
- *Sin mantenimiento de las partes activas:* Por su conformidad con las normas IEC 62271-100 e IEC 62271-200. Sistema a presión sellado de por vida

La tabla 2, muestra las características eléctricas de las celdas compactas RM6. Esta tabla ha sido obtenida del catálogo del fabricante Schneider Electric “Centros de Transformación 24 kV MT/BT” del año 2008. Los valores más relevantes y que debemos tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos eléctricos son los siguientes:

- Tensión Asignada: 24 kV
- Tensión soportada entre fases, y entre fase y tierra:
 - A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV eficaz
 - A impulso tipo rayo: 125 kV cresta
- Intensidad asignada en función de línea: 400 A
- Intensidad asignada en funciones de protección: 200 A (400 A en interruptor automático)
- Intensidad nominal admisible durante 1 segundo: 16 kA eficaz
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta.

Tensión asignada (kV)		24		
Nivel de aislamiento				
Frecuencia industrial	50 Hz 1 mn (kV ef.)	50		
Onda de choque	1,2/50 μs (kV cresta)	125		
Función de línea (I)				
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾	400	630	830	
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾	16	16	20	
Poder de corte asignado con cables en vacío (A)	30	30	30	
Poder de cierre del interruptor y del seccionador de puesta a tierra (kA cresta)				
	40	40	50	
Función de protección de transformador (Q o D4)				
Interruptor-fusibles combinados (Q)				
Intensidad asignada (A)	200	200	200	
Poder de cierre (kA cresta) ⁽³⁾	40	40	50	
Interruptor automático D4				
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾	400	400		
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾	16	16		
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)	16	16		
Poder de cierre (kA cresta)	40	40		
Función de protección de línea con interruptor automático (D6)				
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾		630		
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾		16		
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)		16		
Poder de cierre (kA cresta)		40		

(1) Estas características son válidas (según IEC) para temperaturas ambiente comprendidas entre -25 °C y +40 °C (clase -25 °C). Para temperaturas más elevadas, la intensidad admisible (en A) es:

Temperatura	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Instalación interior	400	400	400	355
	630	575	515	460

(2) Para valores de intensidad admisible de corta duración > 1 s, se ruega consultar.

(3) Valores estimados, ya que la intensidad está limitada por el fusible.

Tabla 2. Características eléctricas de las celdas RM6

5.1.10.4 COMPOSICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS CELDAS RM6

Las celdas RM6 forman un conjunto monobloque con aislamiento integral que incluye los siguientes elementos:

- Una envolvente metálica de acero inoxidable, estanca y sellada de por vida, que contiene las partes activas, el interruptor-seccionador de corte y aislamiento en SF₆ con mando manual, el seccionador de puesta a tierra y una de las dos protecciones: interruptor combinado con fusibles o interruptor automático
- De uno a cuatro compartimentos para cables con pasatapas de conexión
- Un compartimento de Baja Tensión
- Un compartimento de mando
- Un compartimento de fusibles para la función Q (Interruptor combinado con fusibles), en caso de usarse en la instalación. La celda compacta RM6 responde a la definición de un “sistema a presión sellado” conforme con la recomendación IEC. El interruptor y el seccionador de puesta a tierra ofrecen garantías de maniobra para el usuario

- Estandeidad. La envolvente metálica está llena de SF₆ a una presión relativa de 0,2 bares y queda sellada de por vida después del llenado. Su estanqueidad se verifica sistemáticamente en fábrica y otorga al aparato una esperanza de vida útil de treinta años, por lo tanto, la celda compacta RM6 no requiere ningún tipo de mantenimiento de las partes activas
- Corte del Interruptor-seccionador. La extinción del arco eléctrico se obtiene aplicando la técnica del arco giratorio, acompañada de autoexpansión de SF₆, lo que provoca el corte de cualquier intensidad, incluida la de cortocircuito



Figura 8. Placa de características de las celdas RM6

5.1.10.5 NORMATIVA

Las celdas RM6 cumplen con las siguientes normas:

- IEC: 60694, 60298, 60265, 62271-102, 62271-105, 62271, 60255
- UNE-EN 60298, recomendación UNESA RU 6407B
- Condiciones normales de servicio, según IEC 60694 para equipo de interior:
 - I. Temperatura Ambiente:
 - Clase -25 Interior
 - Inferior o igual a 40 °C
 - Inferior o igual a 35 °C de media en 24 horas
 - Superior o igual a -25 °C
 - II. Altitud:
 - Inferior o igual a 1.000 metros
 - Por encima de 1.000 y hasta 3.000 m, con conexiones de campo dirigido

III. Poder de Corte:

Los interruptores de las celdas compactas RM6 son interruptores de clase E3/M1, conformes a la norma IEC 60265, es decir:

- 100 ciclos de cierre/apertura de la intensidad asignada con $\cos \phi = 0,7$
- 1.000 maniobras de apertura mecánica

Los interruptores automáticos están diseñados para:

- Dos mil maniobras de apertura mecánica conforme con la norma IEC 62271-100
- 100 ciclos de cierre/apertura de la intensidad nominal
- 5 ciclos de cierre/apertura con la intensidad de cortocircuito

5.1.10.6 CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD EN REFERENCIA A LAS PERSONAS

5.1.10.6.1 EN RELACIÓN A LA APARAMENTA

Los interruptores y seccionadores automáticos presentan arquitecturas similares, que constan:

- Un equipo móvil con tres posiciones estables (cerrado, abierto y conectado a tierra), que se desplaza en traslación vertical. Su diseño impide el cierre simultáneo del interruptor o del interruptor automático y del seccionador de puesta a tierra (enclavamiento natural)
- El seccionador de puesta a tierra, conforme con las normas, dispone de poder de cierre en cortocircuito
- La función de seccionamiento está asociada a la función de corte
- El colector de tierra está dimensionado de acuerdo con las características de la red
- El acceso al compartimento de cables se encuentra enclavado con el seccionador de puesta a tierra



Figura 9. Interruptor de tres posiciones

5.1.10.6.2 EN RELACIÓN A LOS MANDOS FIABLES

Los mandos mecánicos y eléctricos están agrupados en la cara delantera, debajo de la cubierta en la que figura el esquema sinóptico del estado del aparato (cerrado, abierto, conectado a tierra):

- Cierre: La maniobra del equipo móvil se realiza a través de un mecanismo de acción brusca, independiente del operador. En el interruptor automático y el interruptor combinado con fusibles, el mecanismo se arma para la apertura en el momento del cierre
- Apertura: La apertura del interruptor de línea se realiza con el mismo mecanismo de acción brusca, maniobrando en sentido opuesto. En el interruptor automático y en el interruptor combinado con fusibles la apertura se realiza por medio de un pulsador, un defecto (fusión del fusible o disparo del relé) y una bobina de disparo
- Puesta a tierra: Un eje específico de mando permite el cierre o la apertura de los contactos de puesta a tierra. El orificio de acceso de dicho eje está obturado por una pletina que se libera cuando está abierto el interruptor o el interruptor automático, y permanece enclavado cuando éste está cerrado.
- Indicadores de posición del equipo: Directamente colocados sobre los ejes de maniobra del equipo móvil, reflejan con exactitud la posición del equipo (norma IEC 62271-102)
- Palanca de maniobra: Diseñada con un disparo antirrélax que bloquea cualquier intento de reapertura inmediata después del cierre del interruptor o del seccionador de puesta a tierra

- Dispositivo de enclavamiento: Mediante uno a tres candados se pueden condenar:
 - El acceso al eje de maniobra del interruptor o del interruptor automático
 - El acceso al eje de maniobra del seccionador de puesta a tierra
 - La maniobra del pulsador de disparo de apertura



Figura 10. Mandos de Celda compacta RM6

5.1.10.6.3 EN RELACIÓN A LA VISUALIZACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

Indicadores directos de posición del seccionador de puesta a tierra cerrado. Están situados en la parte superior del equipo móvil y pueden verse a través de las mirillas de tierra transparentes, cuando el seccionador de puesta a tierra está cerrado.

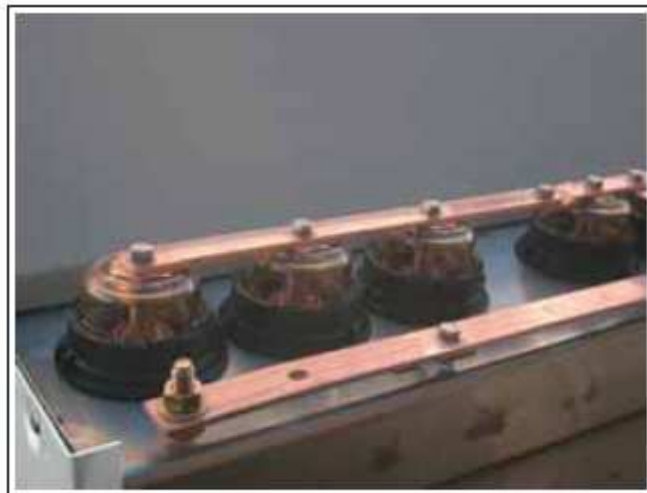


Figura 11. Puesta a tierra de las celdas

5.1.10.6.4 EN RELACIÓN AL ENSAYO DE ARCO INTERNO

El diseño de la celda compacta RM6, es robusta, fiable e insensible al entorno, que hace que sea muy poco probable que aparezca un defecto en el interior de la envolvente.

No obstante, con el fin de garantizar la máxima seguridad de las personas, la celda está diseñada para soportar durante un tiempo un arco interno alimentado por una intensidad de cortocircuito sin peligro para el operador. La sobrepresión accidental debida al arco interno se reduce al romperse la válvula de seguridad en la parte inferior de la envolvente metálica. De este modo, los gases son canalizados hacia la parte posterior de la celda sin que se produzca ninguna manifestación o proyección frontal.



Figura 12. Ensayo arco interno

5.1.10.6.5 EN RELACIÓN A LA INSENSIBILIDAD DEL ENTORNO

Posee un aislamiento integral:

- Una envolvente metálica de acero inoxidable y estanca (IP67) contiene las partes activas del equipo y el juego de barras
- Tres pozos de fusibles estancos, desenchufables, metalizados en su exterior, aíslan los fusibles del polvo y de la humedad
- Los pozos de fusibles metalizados y los conectores enchufables de campo dirigido confinan el campo eléctrico en los aislantes sólidos

La combinación de estos tres elementos proporcionan un verdadero aislamiento integral que otorga al equipo de celdas compactas RM6 total insensibilidad al entorno, al polvo, a la excesiva humedad o a inundaciones temporales.



Figura 13. Aislamiento integral de las celdas

5.1.10.6.6 EN RELACIÓN A LA SEGURIDAD DE EXPLOTACIÓN

Para controlar el aislamiento de los cables o buscar defectos se puede inyectar en los cables una corriente continua de hasta 42 kV durante 15 minutos, a través de la celda RM6, sin desconectar los conectores enchufables de conexión del cable.

Basta con cerrar el seccionador de tierra y quitar la conexión extraíble de puesta a tierra (pletina de tierra) para inyectar tensión a través de los contactos de puesta a tierra.



Figura 14. Pletinas de puesta a tierra

5.1.10.6.7 EN RELACIÓN A LOS INDICADORES DE PRESENCIA DE TENSIÓN

Se trata de un dispositivo que permite comprobar si existe o no tensión en los cables. Cumple con la norma IEC 61958.



Figura 14. Indicadores de presencia de tensión

5.1.10.6.8 EN RELACIÓN A LA INDICACIÓN DE PRESENCIA DE GAS

Se suministra una serie de manómetros en el frontal de los mandos para controlar la presión interna del gas SF₆ en la cuba de la aparamenta de la celda RM6.



Figura 16. Indicador de presión del gas SF₆

5.1.10.7 PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES

Como hemos comentado anteriormente, debemos tener la capacidad de alcanzar el poder de corte con la aparamenta en las funciones de línea y de protección, para poder dotar al sistema de una calidad de servicio óptima.

Para ello las dos soluciones a las que podemos recurrir son al uso de:

- Combinación interruptor-fusible
- Interruptor automático

5.1.10.7.1 PROTECCIÓN MEDIANTE INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS

Se realizará mediante interruptores-fusibles combinados. El calibre de los fusibles utilizados para la protección del transformador depende entre otras cosas, de las características siguientes:

- Tensión de servicio
- Potencia del transformador
- Disipación térmica de los fusibles
- Tecnología de los fusibles (dependerá del fabricante)

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se recomienda instalar fusibles tipo “FUSARC CF” según normas dimensionales DIN 43625 con percutor.

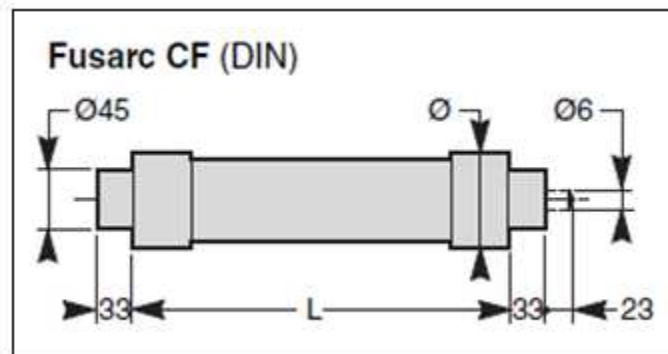


Figura 17. Fusible FUSARC CF (Cotas referentes al calibre 50)

En caso de fusión de alguno de los fusibles, las normas IEC recomiendan cambiar sistemáticamente los tres.



Figura 18. Pasos para cambiar un fusible

La siguiente tabla, muestra la elección del calibre del fusible en función de la potencia nominal del transformador y la tensión de servicio.

Como podemos observar al ver los valores de la tabla, nuestra elección sería para un transformador de 630 kVA y 20 kV de tensión de servicio, un fusible FUSARC CF del calibre 40.

Tipo de fusible	Tensión de servicio (kV)	Potencia del transformador (kVA)															Tensión asignada (kV)	
Caso general, normas IEC 60282-1, IEC 62271-105 y DIN 43265																		
Fusarc CF																		
6	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63	80	100	125						12
6,6	10	20	25	25	31,5	40	50	50	63	63	80	100	125					
10	10	10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63	80	100	125				
11	10	10	16	20	20	25	25	40	40	50	50	63	80	100	125			
13,8	10	10	10	16	16	20	25	31,5	40	40	50	50	63	100				24
15	10	10	10	10	16	20	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	100			
20	10	10	10	10	16	16	20	25	25	31,5	40	40	63	63	80	100		
22	10	10	10	10	10	16	16	20	25	31,5	40	40	50	63	80	100		
Sobre los valores que no aparecen en esta tabla, consultar. En caso de sobrecarga o para más de 40 °C, consultar.																		

Sobre los valores que no aparecen en esta tabla, consultar. En caso de sobrecarga o para más de 40 °C, consultar.

Tabla 3. Elección del calibre del fusible

Con este calibre, y una tensión asignada de 24 kV, las medidas del fusible según nos muestra la Tabla 4, serán de 442 milímetros de longitud, 57 milímetros de diámetro y 2,2 kg de masa:

Tensión asignada (kV)	Calibre (A)	L (mm)	Ø (mm)	Masa (kg)
12	10 a 20	292	50,5	1,2
	25 a 40	292	57	1,5
	50 a 100	292	78,5	2,8
	125	442	86	4,6
24	10 a 20	442	50,5	1,6
	25 a 40	442	57	2,2
	50 a 63	442	78,5	4,1
	80 a 100	442	86	5,3

Tabla 4. Medidas del fusible según su calibre

5.1.10.7.2 PROTECCIÓN MEDIANTE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Es la protección elegida en el proyecto que nos ocupa. Dicha protección se realiza mediante un interruptor automático de 400 A. Al contrario que los fusibles, el interruptor automático no tiene intensidad mínima de corte, por lo que se adapta perfectamente a la protección del transformador escogido para el proyecto.

La cadena de protección funciona sin fuente auxiliar de alimentación e incluye:

- Tres transformadores toroidales integrados en los pasatapas de salida al transformador.
- Un relé electrónico VIP 30 o VIP 35.
- Un disipador MITOP.
- Una toma de prueba para controlar que la protección funciona correctamente

Los relés de protección VIP 30 y VIP 35 son relés autónomos sin alimentación auxiliar, alimentados por captadores de intensidad que activan una bobina MITOP. El VIP 30 asegura la protección contra defectos entre fases mientras que el VIP 35 asegura la protección contra defectos entre fases y defectos homopolares (fase-tierra).



Figura 19. Relés de protección VIP 30 y VIP 35

Como podemos apreciar en la figura 19, estos relés están montados en una caja con la carátula protegida por una tapa transparente. Todo el conjunto dispone de un grado de protección IP 54.

Los reglajes se efectúan en la cara frontal, mediante conmutadora rotativos. La intensidad de servicio de fase se regula directamente en función de la potencia del transformador y de la tensión de servicio como vemos después en la tabla 5. El umbral de intensidad de tierra se regula en función de las características de la red eléctrica.

Como se mencionó antes, estos relés permiten la protección de fase, que se realiza mediante la curva a tiempo dependiente que funciona a partir de la intensidad de regulación (IS) multiplicada por 1,2. La protección de fase del VIP 30 y del VIP 35 es la misma.

La figura 20, muestra la curva que representa la duración de la intervención del relé, a la que deben añadirse 70 ms para obtener el tiempo de corte:

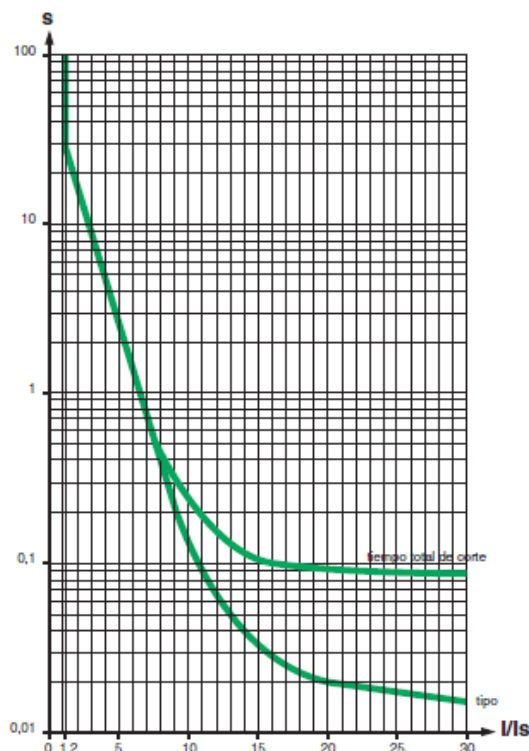


Figura 20. Duración de la intervención del relé

La protección contra los defectos a tierra funciona con la medida de la intensidad homopolar que se obtiene de la suma de las intensidades secundarias de los captadores. La protección de tierra funciona con una curva a tiempo independiente y pueden regularse el umbral y la temporización.

Tensión de servicio (kV)	Potencia del transformador (kVA)																T. servicio asignada (kV)
	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	
3	10	15	20	25	36	45	55	68	80	140	140	170	200				12
3,3	10	15	18	22	28	36	45	56	70	90	140	140	200				
4,2	8	12	15	18	22	28	36	45	56	70	90	140	140	200			
5,5		8	12	15	18	22	28	36	46	55	68	90	140	140	200		
6			10	12	18	20	25	36	46	55	68	80	140	140	200	200	
6,6			10	12	15	18	22	28	36	45	56	70	90	140	140	200	24
10				8	10	12	15	20	25	30	37	55	68	80	140	140	
11					10	12	15	18	22	28	36	45	55	68	90	140	
13,8						8	10	12	15	18	22	28	36	46	55	68	
15							8	10	15	18	20	25	36	45	55	68	
20								8	10	15	20	25	30	37	45	55	
22									8	10	12	15	18	22	28	36	

Tabla 5. Regulación de la intensidad nominal del relé

Como podemos observar en la tabla anterior, sabiendo que el transformador a usar en el proyecto es de 630 kVA, a una tensión de servicio de 20 kV, deducimos que la intensidad de protección del relé será de 25 kA.

5.1.10.8 CONEXIÓN DE LAS CELDAS

5.1.10.8.1 GENERALIDADES

Los perfiles, contactos y dimensiones de los pasatapas de conexión RM6 vienen definidos por la norma UNE-EN 50181. Todos los pasatapas de resina de epoxy son sometidos a los ensayos dieléctricos de frecuencia industrial y a ensayos de descargas parciales. Los pasatapas conducen la intensidad entre el exterior y el interior de la envolvente llena de gas SF₆, y garantizan el aislamiento entre los conductores que están bajo tensión y la masa.



Figura 21. Pasatapas de conexión

Existen tres tipos de pasatapas que se definen por su intensidad asignada de corta duración admisible:

- Tipo A: 200 A, 12,5 kA 1 segundo y 31,5 kA cresta (enchufable)
- Tipo B: 400 A, 16 kA 1 segundo y 40 kA cresta (enchufable)
- Tipo C: 400-630 A, 25 kA 1 segundo y 62,5 kA cresta (atornillable M16)

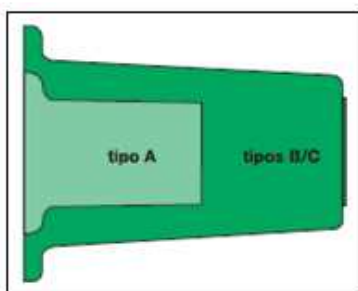


Figura 22. Tipos de pasatapas de conexión

5.1.10.8.2 COMO DEFINIR EL PASATAPAS DE CONEXIÓN

Los pasatapas usados van a depender fundamentalmente de la instalación y del tipo de cable.

Los criterios que van clasificar los pasatapas en referencia a la instalación son:

- Intensidad del material conectado, que pueden ser de 200, 400 y 630 Amperios
- Intensidad asignada de corta duración admisible en las funciones de interruptor e interruptor automático
- Para la función de interruptor combinado con fusible, al estar limitada por el fusible la intensidad de cortocircuito, el pasatapas de conexión será de tipo A (200 Amperios)
- Longitud máxima de expansión de las fases
- Dependiendo del tipo de conector enchufable, pueden ser:
 - Desenchufable: Dedo de contacto
 - Atornillable: Conexión de rosca
- Conector enchufable de salida, puede ser:
 - Recto
 - Acodado
 - En T

El otro criterio que clasificará a los pasatapas será en función del tipo de cable a instalar:

- Tensión asignada:
 - Del cable
 - De la red
- Tipo de conductor:
 - Aluminio
 - Cobre
- Sección en milímetros cuadrados
- Diámetro con aislante
- Composición del cable:

- Unipolar
- Tripolar
- Tipo de aislante:
 - En seco
 - Papel impregnado (no migrante)
- Tipo de pantalla
- Tipo de Armadura

El equipo estándar de compartimento de cables estará compuesto generalmente por: Un panel frontal de cierre, bridas para el paso de los cables, conexión a tierra de los cables, enclavamiento integrado que impide el acceso al compartimento de conexión cuando está abierto el seccionador de puesta a tierra, el enclavamiento integrado que impide el cierre del interruptor cuando está abierto el panel del compartimento de conexión.

Todos estos elementos son de obligada instalación, siendo opcional la instalación de: Fondo de compartimento para cable unipolar o tripolar (uso obligatorio en las conexiones de campo no dirigido) y el arco interno del compartimento de cables de hasta 16 kA, 1 segundo, que se trata de un compartimento especial.



Figura 23. Compartimento de cables

5.1.10.9 AMPLIACIÓN DEL CONJUNTO. CELDAS EXTENSIBLES

Al haber elegido las celdas compactas RM6, tenemos la posibilidad de ampliación del número de celdas de nuestro equipo en caso de que la compañía suministradora prevea una evolución futura de la red de distribución.

Se pueden añadir una o varias unidades de las diferentes unidades funcionales (línea, interruptor-fusibles combinados o interruptor automático), acoplando fácilmente módulos unitarios conectados entre sí al nivel del juego de barras, mediante conectores de campo dirigido.

Esta sencilla operación se puede realizar “in situ”, mediante un proceso rápido y sencillo:

- Sin necesidad de manipular el SF6
- Sin necesidad de herramientas específicas
- Sin necesidad de preparación específica del suelo

La gama RM6 cuenta con equipos compactos de tres y cuatro funciones extensibles por la derecha a los que se podrán ir acoplando celdas de una sola función totalmente extensible (extensible a ambos lados).

En consecuencia, la única restricción técnica para la ampliación de un conjunto de celdas compactas RM6 extensible, es la de respetar la intensidad nominal del juego de barras.



Figura 24. Partes extensibles de la celda compacta

5.1.10.10 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO COMPACTO

Como ya hemos mencionado anteriormente, el tipo de celdas que vamos a utilizar en este proyecto, es el conjunto compacto RM6 del fabricante Merlin Gerin modelo 3I, equipado con tres funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.142 milímetros de alto, 1.186 milímetros de ancho, 710 milímetros de profundidad y un peso de 585 Kg.

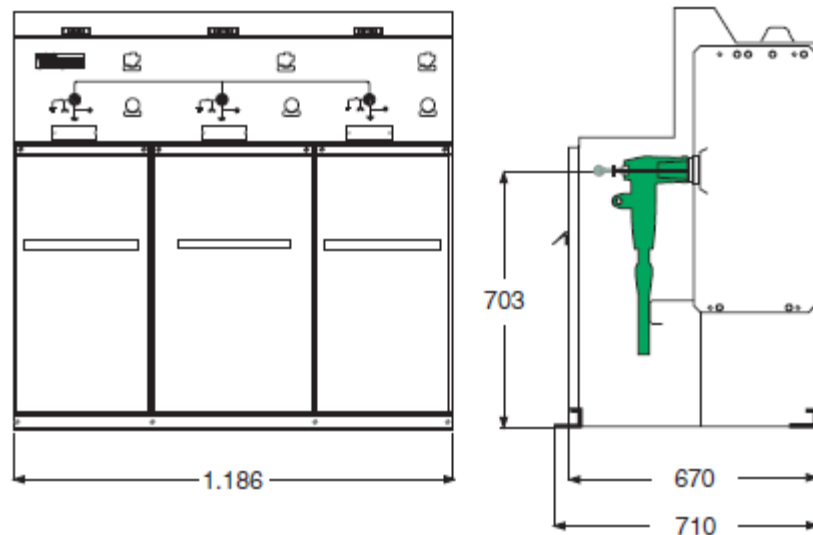


Figura 25. Dimensiones del conjunto compacto

Está formado por un conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafloruro de azufre (SF₆), de 24 kV de tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 Amperios en las funciones de línea, conteniendo en su interior el interruptor de la función de línea, que es un interruptor-seccionador que posee las siguientes características:

- Poder de cierre de 40 kA de cresta
- Seccionador de puesta a tierra en SF₆
- Palanca de maniobra
- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea
- Tres lámparas individuales (una por cada fase) para conectar a dichos dispositivos
- Pasatapas de tipo roscados M16 de 400 Amperios en las funciones de línea
- Cubrebornas metálicos en todas las funciones
- Manómetro para el control de la presión del gas
- La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 Amperios en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y por tanto la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión
- Tres equipamientos de tres conectores apantallados en “T” roscados M16 de 400 Amperios cada uno

5.1.10.11 INSTALACIÓN DEL CONJUNTO COMPACTO RM6

Una vez definido y caracterizado el tipo de las celdas a usar, así como todos sus componentes eléctricos, solamente nos falta definir su ubicación física.

El conjunto del Centro de Seccionamiento se situará en la planta sótano del edificio con acceso directo desde la calle. El conjunto de celdas compactas RM6, que componen el Centro de Seccionamiento, quedarán encerradas por una malla metálica.



Figura 26. Malla metálica de protección en Centro de Seccionamiento

El acceso estará restringido al personal de la Compañía Suministradora (Iberdrola) y personal externo autorizado. Se realizará a través de una cerradura normalizada eléctrica.

La propiedad puede ser requerida por la Compañía Suministradora para firmar una posible condición de servidumbre.

El conjunto del Centro de Seccionamiento se montará sobre una bancada de 30 centímetros para elevarlo del suelo del local por temas de seguridad.

La zona de ubicación debe ser de fácil acceso para un camión de 24 toneladas y libre de obstáculos que impidan su descarga y montaje.

Los elementos básicos que deben estar adosados a dicha malla o ubicados cerca de la malla de separación, son:

- El cartel de primeros auxilios
- El cartel con las cinco reglas de oro
- Portadocumentos con manual de explotación



Figura 27. Cartel con las 5 reglas de oro

Todo ello cumpliendo con la Normativa y Reglamento sobre condiciones técnicas y de garantía de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

La conexión entre la red existente de la Compañía Suministradora con el Centro de Seccionamiento, se realizará por medio de cables de aluminio unipolares compactados de clase 2 de Alta Tensión de aislamiento en seco tipo HEPRZ1 de 240 mm² con cubierta exterior de poliolefina termoplástica de tipo DMZ2 de altas prestaciones mecánicas y con alta resistencia al desgarro y la abrasión.

Como se necesitará nuevos tramos de línea para realizar la conexión, nos vemos en la obligación de recurrir a la utilización de empalmes de Alta Tensión y su consecuente apertura de zanja de los metros necesarios para ello, con una profundidad de seguridad en dicha zanja de como mínimo 1,5 metros, con el consiguiente desalojo y rellenado de tierra una vez incorporado los cables en el terreno, así como de unas bandas de seguridad y advertencia de la presencia de cables de Alta Tensión en caso de futuras aperturas del terreno.

En las celdas de entrada y salida del Centro de Seccionamiento, se alojarán interruptores-seccionadores, que permitirán a la Compañía Suministradora las maniobras necesarias de cierre y apertura para la explotación de la red eléctrica.

La celda de protección para la salida de la acometida que alimentará el Centro de Transformación, estará equipada con un interruptor-seccionador exigido por la Compañía Suministradora y que sólo puede ser manejado por personal propio de dicha Compañía.

5.1.10.12 ACCESOS

Vamos a describir los distintos accesos al Centro de Seccionamiento, así podemos diferenciar entre acceso de personal y acceso de materiales.

5.1.10.12.1 ACCESO DE PERSONAL

Como definimos anteriormente, la entrada al Centro de Seccionamiento se situará con acceso directo desde la calle con paso exclusivo para el personal de la compañía.

La puerta de acceso estará formada por dos hojas metálicas simétricas que se pueden abatir hasta 180°, pudiendo mantenerlas en posición de 90° o 180° con un retenedor metálico. Se situará una rejilla de aireación sobre al menos, una de las puertas. El material usado será chapa de acero galvanizado con pintura poliéster, generalmente azul RAL 5003.

5.1.10.12.2 ACCESO DE MATERIALES

Las vías para el acceso de materiales deberán permitir el transporte de todos los elementos necesarios para el Centro de Seccionamiento, del tamaño suficiente para que puedan ser introducidos por un camión de 24 toneladas.

Dichas puertas serán de chapa de acero galvanizado con pintura poliéster y se abrirán hacia el exterior con una luz mínima de 2,30 metros de altura y de 1,40 metros de anchura.



Figura 28. Puertas de acceso de personal y de materiales

5.1.10.13 FUNCIONES OPCIONALES

5.1.10.13.1 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE 630 A

Para poder aumentar la seguridad en la alimentación de las líneas en las celdas compactas tipo RM6 podemos recurrir al uso de interruptores automáticos de 630 A que es un método opcional pero muy recomendable.

Con la instalación de dicho elemento podemos ofrecer al distribuidor de energía eléctrica una mejora en la calidad del servicio de la red y podemos reducir los costes de instalación, al montar una estructura de dos niveles con un bucle principal que reparta la energía a los bucles secundarios conectados al transformador de Media Tensión / Baja Tensión. El interruptor automático de 630 A de la gama RM6 está diseñado para la protección de éste nivel intermedio.

Con su cadena de protección autónoma, detecta el cable en el que se produce un defecto de la red (ya sea de fase u homopolar) y lo aísla instantáneamente.

El relé de protección VIP 300, que cumple con la normativa IEC 60255, ofrece un amplio abanico de curvas de protección para adaptarse a las distintas necesidades de selectividad con la protección principal situada aguas arriba. De este modo, al crear varios puntos de protección en los tramos de la red de Media Tensión, se reduce mejor la incidencia de los defectos y se refuerza la calidad del servicio frente al usuario final.

Con el interruptor automático de protección de línea se dispone de un equipo que puede motorizarse en el momento de la instalación, o incluso más adelante, “in situ” y sin interrupción en el servicio y que se integra perfectamente en el contexto de telemando de las redes de distribución.



Figura 29. Conjunto compacto RM6 con interruptor automático de 630 A

5.1.10.13.2 TELEMANDO

Los sistemas de telemando mejoran significativamente la eficacia en las redes de distribución, puesto que:

- Reducen notablemente los tiempos de corte debido al seguimiento y al control de los equipos de la red, con lo que mejoramos la calidad del servicio
- Se optimiza la explotación de la red mediante un seguimiento en tiempo real. La red puede explotarse hasta sus límites de capacidad de forma más segura, lo que permite diferir determinadas inversiones u optimizarlas con mayor seguridad

- Se reducen los costes de explotación al simplificarse y agilizarse la búsqueda de defectos y al posibilitarse una configuración más rápida



Figura 30. Monitorización de redes telemáticas

En la figura 31 se muestra el esquema típico de una red telemática para celdas compactas RM6.

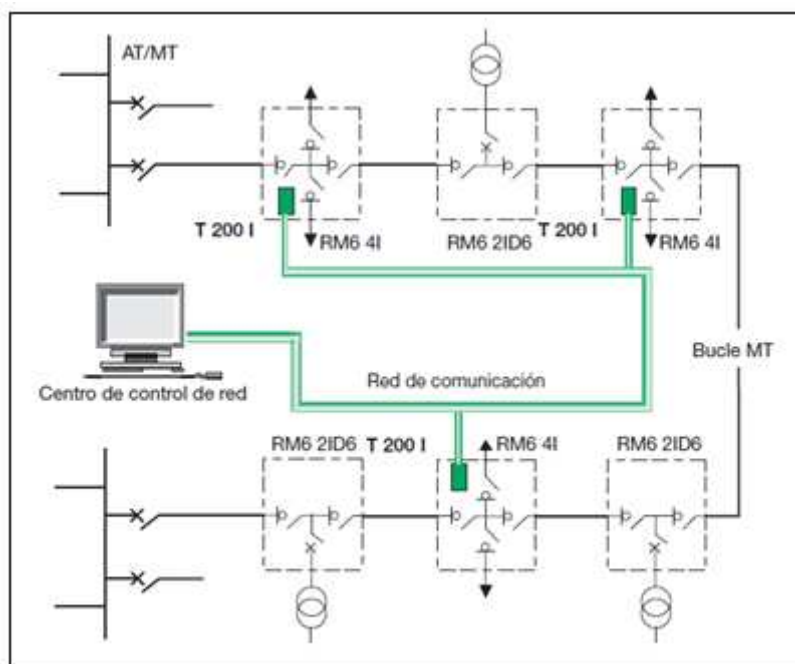


Figura 31. Ejemplo de red telemática

5.1.11 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO

5.1.11.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CELDAS SM6

El Centro de Transformación será de tipo interior, empleando para el alojamiento de su aparillaje, celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica y construido y diseñado según las normas UNE-EN 60298: “Aparamento Bajo envoltorio metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV”.

Estas celdas modulares de aislamiento están equipadas con aparallaje fijo que utiliza el Hexafloruro de Azufre (SF_6), como elemento de corte y extinción del posible arco de aparición (el mismo aislante que en el aparallaje del Centro de Seccionamiento).

Corresponden en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica única de acero inoxidable, conteniendo en su interior los interruptores y el embarrado.

En la elección de las celdas para el Centro de Transformación, hemos recurrido al mismo fabricante que en el Centro de Seccionamiento, es decir, al fabricante Merlin Gerin perteneciente a Schneider Electric España. Concretamente hemos escogido la gama de celdas modulares SM6-24.

Dichas celdas están equipadas con apartamento fija bajo envolvente metálica, que utiliza el Hexafloruro de Azufre como elemento aislante y agente de corte en los siguientes elementos:

- Interruptor-Seccionador
- Interruptor automático Fluarc SF1
- Seccionador
- Seccionador de puesta a tierra
- Contactor Rollarc

La gama SM6-24 responde, en su concepción y fabricación de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Estas celdas, permiten realizar la parte de Media Tensión de los Centros de Transformación MT/BT de distribución pública y privada hasta 24 kV.

Además de sus características técnicas, las celdas modulares SM6-24 aportan unas respuestas a exigencias en materia de seguridad de las personas y facilidad de la instalación y explotación.

Las celdas modulares tipo SM6-24 están concebidas para instalaciones de interior (IP2XC según la Norma UNE 20324 o IEC 60529), beneficiándose de unas dimensiones reducidas, que son de aproximadamente:

- Anchuras de 357 milímetros (celda de interruptor) a 750 milímetros (celdas de interruptor automático)
- Altura de 1.600 milímetros
- Profundidad a cota cero de 840 milímetros

Estas dimensiones tan reducidas nos permiten su ubicación en un local pequeño o en el interior de un edificio prefabricado de hormigón.



Figura 32. Celda modular gama SM6-24

El grado de protección según la norma UNE 20324 (equivalente a la norma europea IEC 60529), de la envolvente externa, así como para los tabiques laterales de separación de celdas en la parte destinada a la colocación de los terminales de cables y fusibles, es IP2XC. Para el resto de los compartimentos es IP2X.

En lo referente a daños mecánicos, el grado de protección es de 7 (protección frente a la inmersión) según la norma UNE 20304 (equivalente europea IEC 60529).

Los cables se conectan desde la parte frontal de las celdas. La explotación está simplificada por la reagrupación de todos los mandos sobre el mismo compartimento frontal.

Las celdas pueden equiparse con numerosos accesorios (bobinas, motorización, contactos auxiliares, transformadores de medida y protección, etc.)

La pintura utilizada en las celdas modulares SM6-24, es del tipo RAL9002 (Blanco) y RAL9030 (negro).

En cuanto a normativa, las celdas modulares SM6-24 responden a las siguientes recomendaciones, normas y especificaciones:

- Normas Internacionales: IEC 60298; 62271-102; 60265; 62271; 60694; 62271-105

- Normas Españolas: UNE-EN 60298; IEC 62271-102; 60265-1; 60694; 62271-100

En la Tabla 6, se muestran las características eléctricas de las celdas SM6:

Tensión asignada (Un) - aislamiento.				
Tensión asignada (kV)		7,2	12	24
50 Hz/1 min. (kV)	Aislamiento	20	28	50
	Seccionamiento	23	32	60
tipo rayo (kV cresta)	Aislamiento	60	75	125
	Seccionamiento	70	85	145
Tensión asignada (Un) - límite térmico (Ith) - intensidad asignada (In).				
Serie 12,5 (12,5 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 16 (16 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 20 (20 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 25 (25 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	NO

Tabla 6. Características eléctricas de las celdas SM6

La tensión asignada en las celdas escogidas es de 24 kV. Como se puede observar en la tabla, puede soportar tensiones de aislamiento entre fases y entre fases y tierra de 50 kV eficaces a frecuencia industrial (50 Hz durante 1 minuto) y a impulso tipo rayo de hasta 125 kV cresta.

La intensidad asignada en funciones de línea es de 400 Amperios, llegando incluso a valer hasta 630 Amperios, pero no es recomendable.

La intensidad nominal admisible durante 1 segundo será de 16 kA eficaces, por tanto nuestra serie elegida será la serie 16.

Las tablas siguientes contienen los valores de poder de corte máximo, y poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra:

Poder de corte (Pdc) máximo.	
IM, IMC, IMPE, IMBD, IMBI, IMR GCSD, GCSI, GCMD, GCMi, NSM	400-630 A
PM, PMBD, PMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
QM, QMC, QMBD, QMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
DM1-C, DM1-D, DMI-W, DM1-A	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
DM2	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
CRM sin fusibles	10 kA-7,2 kV / 8 kA-12 kV
CRM con fusibles	25 kA-7,2 kV / 12,5 kA-12 kV
SM, SME	No tiene Pdc

Tabla 7. Poder de corte máximo

Poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra (Spat) en kA cresta.	
IM, IMC, IMPE, IMBD, IMBI, GCSD GCSI, GCMD, GCMI, NSM, IMR	$2,5 \times I_{th}$
PM, QM, QMC	Spat superior: $2,5 \times I_{th}$ Spat inferior: 2,5 kA cresta
PMBD, PMBI, QMBD, QMBI	Spat superior: $2,5 \times I_{th}$ Spat inferior: NO LLEVA
DM1-C, DM1-W, DM1-A, CRM	40 kA cresta / 50 kA cresta
DM1-D, DM2	Spat superior sin poder de cierre
SM	NO TIENE poder de cierre
SME	NO LLEVA Spat
GAM	$2,5 \times I_{th}$

Tabla 8. Poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra

Las características generales de las celdas compactas SM6-24, que van a ser más relevantes a la hora de realizar los cálculos eléctricos correspondientes al centro de transformación, son las siguientes:

- Tensión Asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - A frecuencia Industrial (50 Hz) durante 1 minuto: 50 kV ef.
 - A impulso tipo rayo: 125 kV cresta
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interruptor automático: 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles: 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante 1 segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta
(es decir, 2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración)
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94
- Puesta a tierra
- El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración
- Embarrado: El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos

5.1.11.2 COMPOSICIÓN DEL CONJUNTO COMPACTO. TIPOS DE CELDAS

5.1.11.2.1 CELDA DE LÍNEA

Celda de línea Schneider Electric de interruptor–seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones:

- Ancho: 375 milímetros
- Profundidad: 940 milímetros
- Altura: 1600 milímetros
- Peso: 120 kg.

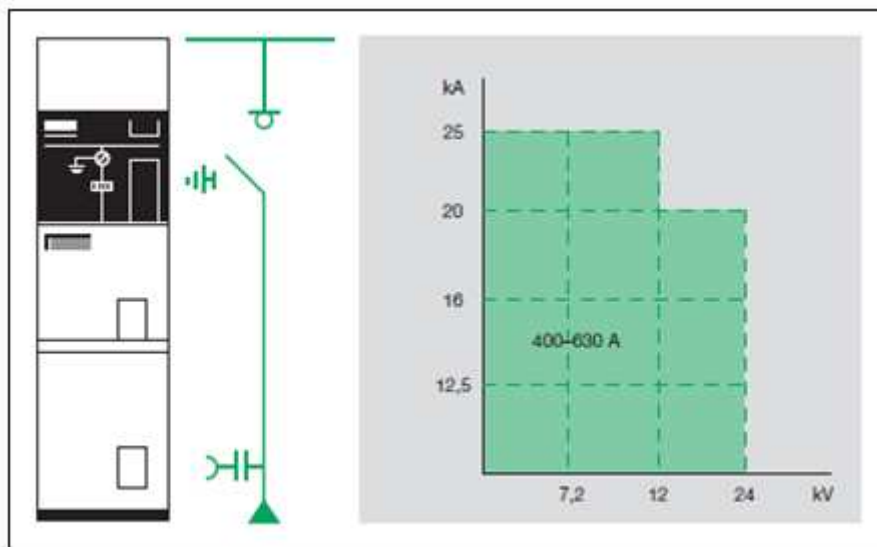


Figura 33. Celda de línea modelo IM

El contenido de la celda es el siguiente:

- Juego de barras tripolar de 400 A
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA
- Seccionador de puesta a tierra en SF6
- Dispositivo con bloque de tres lámparas de presencia de tensión
- Mando CIT manual
- Embarrado de puesta a tierra
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400 mm².

5.1.11.2.2 CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Celda fabricada por Merlin Gerin de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, cuyas dimensiones aproximadas son:

- Ancho: 750 milímetros
- Profundidad: 1220 milímetros
- Altura: 1600 milímetros
- Peso: 400 kg.

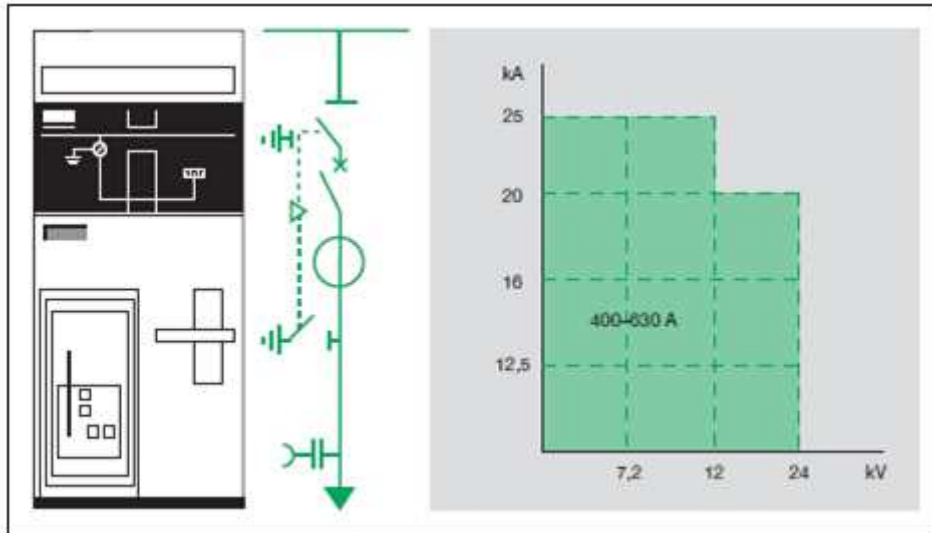


Figura 34. Celda de protección con interruptor automático modelo DM1C

La celda de protección con interruptor automático está compuesta por:

- Juego de barras tripolares de 400 Amperios para conexión superior con celdas adyacentes de 16 kA.
- Seccionador en Hexafloruro de Azufre (SF6).
- Mando CS1 manual
- Interruptor automático de corte en Hexafloruro de Azufre tipo Fluarc SFset, tensión de 24 kV, intensidad de 400 Amperios, con poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión de 220 Voltios en corriente alterna a 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual
- Tres captadores de intensidad modelo CRa para la alimentación del relé VIP 300P
- Embarrado de puesta a tierra
- Seccionador de puesta a tierra

- Unidad de control VIP 300P, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo. Sus funciones serán la protección contra sobrecargas y cortocircuitos (50-51)
- Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1C no se ha cerrado previamente.

Vamos a comentar brevemente el funcionamiento y ciclo de las maniobras necesarias para el enclavamiento:

Posición de servicio:

1. Disyuntor de Media Tensión cerrado con llave 'x' prisionera;
2. Seccionador DM1C cerrado y bloqueado por llave 'x' ausente;
3. Disyuntor de Baja Tensión cerrado con llave 'a' prisionera;

Para acceder a la celda del transformador:

1. Abrir el disyuntor BT y liberar la llave 'a'
2. Llevar la llave 'a' al seccionador de puesta a tierra
3. Abrir el disyuntor MT pulsando el botón rojo y simultáneamente girar la llave 'x' y extraerla
4. Con la llave 'x' desbloquear y abrir el seccionador, la llave 'x' queda prisionera
5. Desbloquear y cerrar el seccionador de puesta a tierra, la llave 'a' queda prisionera y el seccionador de puesta a tierra enclavado
6. Liberar la llave 'b', desbloquear y abrir con dicha llave la puerta del transformador

Para restablecer el servicio:

1. Colocar la puerta de acceso al transformador
2. Bloquear dicha puerta y liberar la llave 'b'
3. Con la llave 'b' desbloquear y abrir el seccionador de puesta a tierra, la llave 'b' queda prisionera y la llave 'a' libre
4. Cerrar el seccionador de la DM1C, la llave 'x' queda libre y el seccionador bloqueado

5. Con la llave 'x' desbloquear el pulsador negro de cierre del disyuntor. Proceder previamente al tensado manual de muelles mediante palanca si el mando no está motorizado, y cerrar el disyuntor pulsando el botón negro
6. Por último, con la llave 'a' desbloquear y cerrar el disyuntor de Baja Tensión

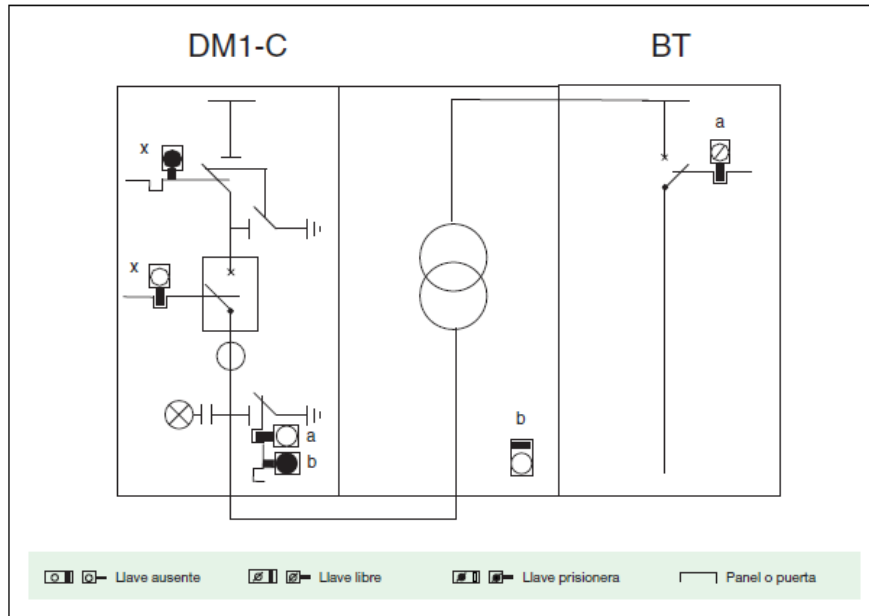


Figura 35. Enclavamiento tipo E24

5.1.11.2.3 CELDA DE MEDIDA

Celda Merlin Gerin de medida de tensión e intensidad, con entrada y salida inferior por cable, gama SM6 modelo GBC2C, de dimensiones:

- Ancho: 750 milímetros
- Profundidad: 1038 milímetros
- Altura: 1600 milímetros
- Peso: 200 kg.

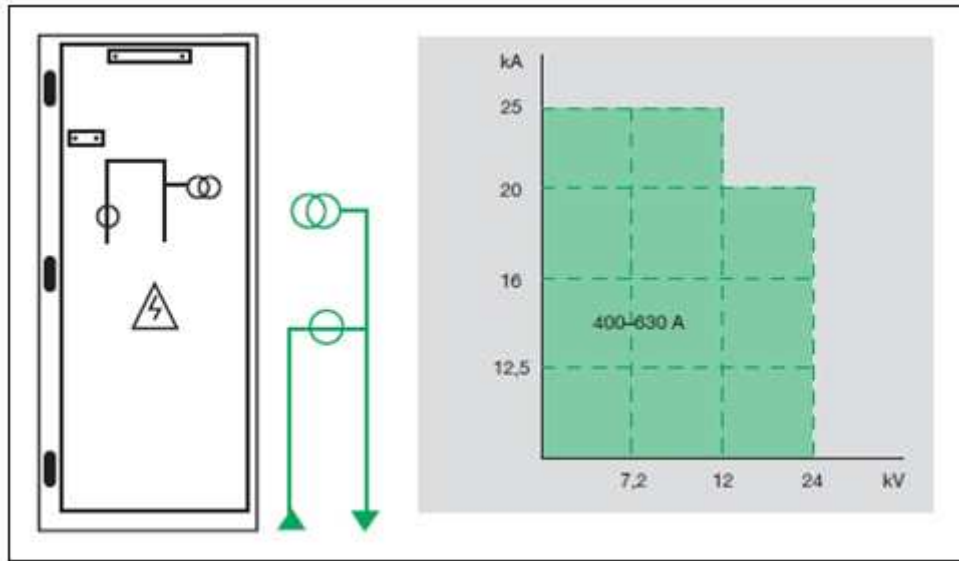


Figura 36. Celda de medida modelo GBC2C

La celda de medida se compone de los siguientes elementos:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, 24 kV y 16 kA
- Entrada y salida por cable seco
- Transformadores de intensidad de relación 50-100/5 A, 10 VA Clase 0.5 S, $I_{th} = 80I_n$ y 24 kV según la compañía.
- Transformadores de tensión según la compañía, bipolares, modelo de alta seguridad de relación 22.000: $\sqrt{3}$ /110 -110:3, 25 VA, Clase 0.2, 3P, potencias no simultáneas, contrato mínimo de 374 y máximo de 1993 kW, $F_t=1.9$, tensión nominal y aislamiento de 24 kV. El segundo secundario tendrá las características adecuadas para conectar una resistencia de contra ferro-resonancia (50 Ohm/200 W).

5.1.11.3 CONSTITUCIÓN DE LAS CELDAS SM6

Para entender la estructura modular de las celdas SM6 utilizadas en este proyecto, vamos a explicar la aparamenta principal que constituyen dichas celdas modulares.

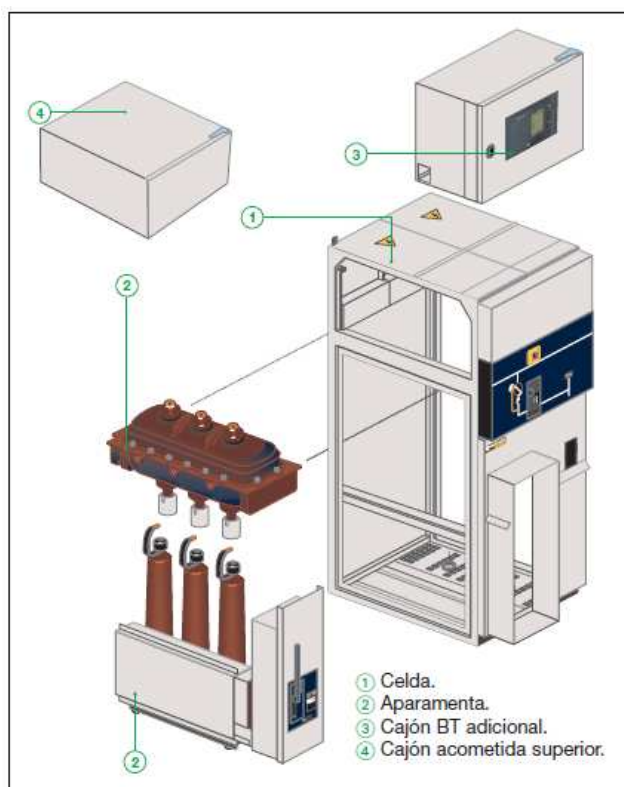


Figura 37. Estructura modular de las celdas SM6

Existen tres tipos de celdas modulares prefabricadas de la gama SM6, todas ellas constituidas por cinco compartimentos diferenciados:

- Celdas con interruptor – seccionador
- Celdas con interruptor automático
- Celdas con contactor

A continuación, entraremos a describir en detalle los dos tipos usados en el presente proyecto.

5.1.11.3.1 CELDA CON INTERRUPTOR - SECCIONADOR

1. APARAMENTA: Interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en el interior de un cárter relleno de Hexafloruro de Azufre (SF6) y sellado de por vida.

2. JUEGO DE BARRAS: Barras que permiten una extensión a voluntad de los centros y una conexión con celdas existentes.

3. CONEXIÓN: Accesibilidad por la parte frontal sobre los bornes inferiores de conexión del interruptor y seccionador de puesta a tierra (celdas IM) o en los bornes de conexión de las bases portafusibles inferiores (celdas PM, QM). Este compartimento

está igualmente equipado de un seccionador de puesta a tierra que pone a tierra la parte inferior de los fusibles en las celdas de protección de transformador (PM y QM).

4. **MANDOS:** Contiene los mecanismos que permiten maniobrar el interruptor y el seccionador de puesta a tierra, el indicador de posición mecánica (corte plenamente aparente) y el bloque de lámparas de presencia de tensión. En opción, el mando puede ser motorizado y equipado con distintos accesorios (bobinas, contactos auxiliares...).

5. **CONTROL:** Permite la instalación de un regletero de bornas (opción motorizada), de fusibles de Baja Tensión y de relés de poco volumen. En opción, se puede añadir un cajón de Baja Tensión de 450 milímetros de altura con puerta y situado sobre el techo de la celda.

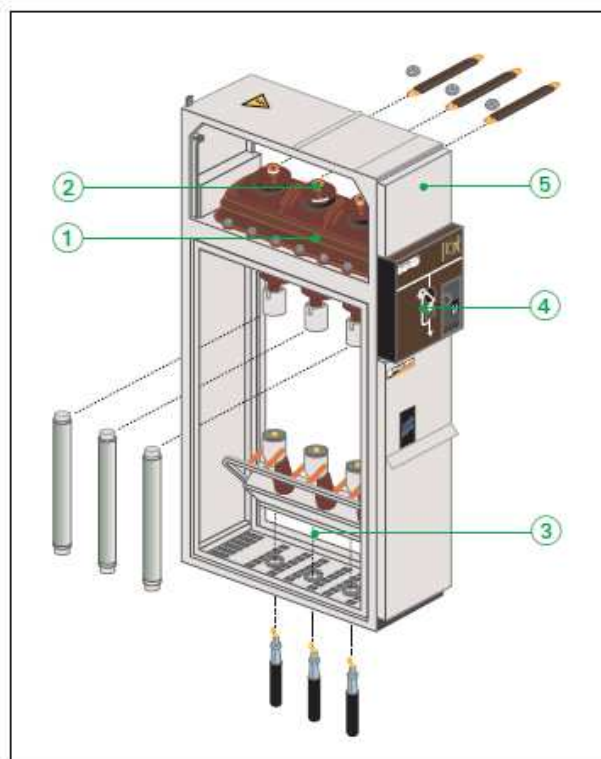


Figura 38. Celda con interruptor - seccionador

5.1.11.3.2 CELDA CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

1. APARAMENTA: Seccionador y seccionador de puesta a tierra en un cárter lleno de Hexafloruro de Azufre (SF6) y sellado de por vida.

2. JUEGO DE BARRAS: Barras que permiten una extensión a voluntad de los centros y una conexión con celdas existentes.

3. **CONEXIÓN Y APARAMENTA:** Accesibilidad por la parte frontal para la conexión de los cables. Opción de colocar un interruptor automático SF1 al cual se le puede asociar tres toroidales o transformadores de intensidad de protección para realizar una protección indirecta de los relés electrónicos.

4. **MANDOS:** Contiene los mecanismos que permiten maniobrar el seccionador, el interruptor automático y el seccionador de puesta a tierra, así como la señalización correspondiente y un bloque con lámparas de presencia de tensión. El mando del interruptor puede motorizarse.

5. **CONTROL:** Permite la instalación de relés de pequeño volumen y un regletero de bornas. Opcionalmente, en caso de relés electrónicos, se puede añadir un cajón de Baja Tensión adicional con puerta y situado sobre el techo de la celda de 450 milímetros de altura.

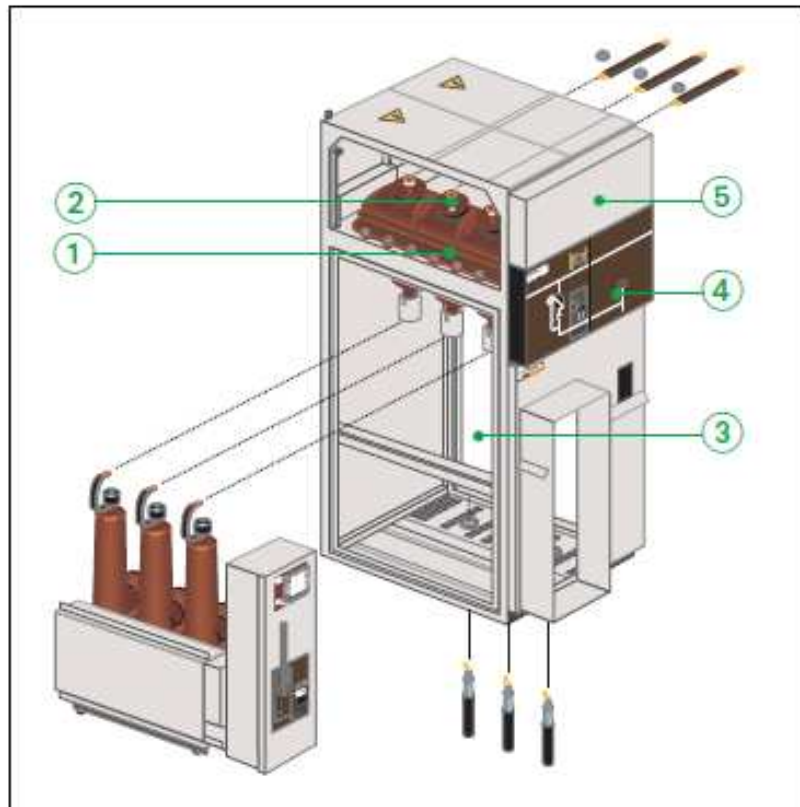


Figura 39. Celda con interruptor automático

5.1.11.3.3 SEGURIDAD DE EXPLOTACION

La separación en cinco compartimentos distintos, así como la gran sencillez de maniobra complementada con unos enclavamientos funcionales, confieren a la gama SM6 una gran seguridad de explotación, que se caracteriza por:

GRAN SENCILLEZ DE MANIOBRA:

- Los mecanismos de maniobras se reagrupan en el compartimento de mandos.
- Elementos de mando y de protección reagrupadas en el compartimento e mando del interruptor automático Fluar SF1.
- Mínimo esfuerzo de maniobra.
- Cierre y apertura de los aparatos por palanca, botones pulsadores, bobinas o a distancia.
- Posición del interruptor y seccionador de puesta a tierra indicada mediante un sinóptico animado.
- Control de presencia de tensión con un bloque de lámparas de neón conectado, a través de unos aisladores capacitivos, a los bornes de conexión de los cables.

SECCIONAMIENTO Y CORTE PLENAMENTE APARENTE:

- El indicador de posición mecánica ligado al eje del equipo móvil (interruptor y seccionador de puesta a tierra) refleja fielmente la posición de los contactos mediante una cadena cinemática directa y fiable. Dos mirillas en el cárter del interruptor-seccionador permiten visualizar las posiciones de interruptor abierto-seccionado y seccionador de puesta a tierra cerrado.

La posición de las ventanillas en los paneles puede variar en función de la evolución de las especificaciones y normativas.

5.1.11.3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPARTIMENTOS DE LAS CELDAS SM6

Las celdas están compuestas por cinco compartimentos distintos divididos por separaciones metálicas o aislantes.

El grado de protección entre los compartimentos IP2X (norma UNE 20324). Vamos a describir brevemente cada uno de estos cinco compartimentos, que nos servirá para entender el funcionamiento de cada uno de ellos.

5.1.11.3.4.1 COMPARTIMENTO DE APARAMENTA

Está limitado por la envolvente del cárter que forma una pantalla entre el compartimento de barras y el compartimento de conexión de cables. El cárter está lleno de Hexafloruro de Azufre (SF6) y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la IEC 60298-90. Este sistema de sellado es comprobado individualmente en fábrica,

por lo que no se requiere ninguna manipulación del gas durante toda su vida útil (unos treinta años).

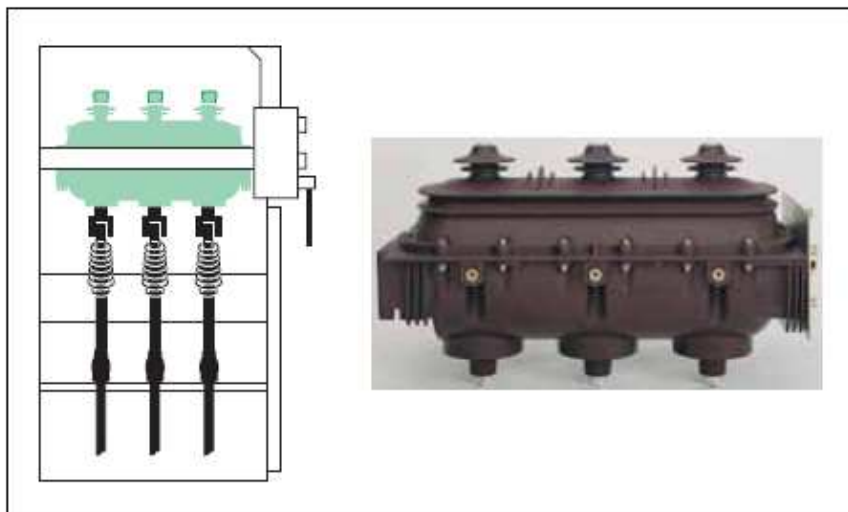


Figura 40. Compartimento de aparamenta

Las partes activas están ubicadas en el interior de una envolvente estanca de material aislante respondiendo como hemos mencionado anteriormente, a la definición de la Norma IEC 60298 anexo GG (la edición de 1.990) de los sistemas de sellado a presión. Los aparatos que equipan la gama SM6 tienen las siguientes características:

- Larga duración de la vida útil (unos 30 años)
- Ausencia de mantenimiento de las partes activas
- Nivel de sobretensiones muy reducido
- Seguridad de funcionamiento
- Endurancia eléctrica elevada

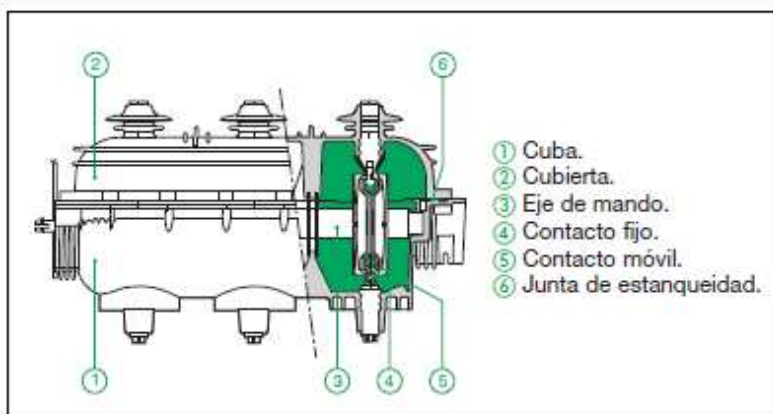


Figura 41. Partes del compartimento de la aparamenta

INTERRUPTOR O SECCIONADOR Y SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA

Dentro de este compartimento sellado con Hexafloruro de Azufre (SF₆) en su interior, encontraremos el interruptor o seccionador y el seccionador de puesta a tierra. Los tres contactos rotativos están situados en el interior de un cárter de resina de epoxi, relleno de gas Hexafloruro de Azufre (SF₆) a presión relativa de 0,4 bares.

El conjunto ofrece todas las garantías de utilización en explotación:

ESTANQUEIDAD

El cárter se sella de por vida tras el rellenado, verificándose su estanqueidad individualmente en fábrica.

SEGURIDAD

El interruptor puede estar en tres posiciones:

- Cerrado
- Abierto
- A tierra

Lo que constituye un enclavamiento natural que impide toda falsa maniobra. La rotación del equipo móvil se efectúa con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

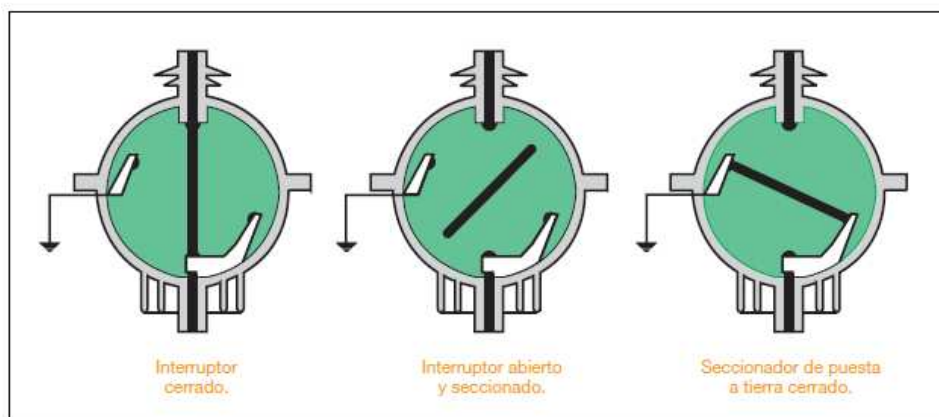


Figura 42. Posiciones del interruptor

- A la función de corte, este aparato asocia la función de seccionamiento.
- El seccionador de puesta a tierra en el interior del cárter de Hexafloruro de Azufre (SF₆) dispone, conforme a las normas, de poder de cierre sobre cortocircuito (2,5 veces la intensidad asignada de corta duración admisible).

- Toda sobretensión (2,5 bares) accidental originada en el interior de cárter estaría limitada por la apertura de la membrana de seguridad, situada en la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la celda sin ninguna manifestación o proyección hacia la parte frontal.

PRINCIPIO DE CORTE

Las cualidades excepcionales del Hexafloruro de Azufre (SF₆) como agente de corte son aprovechables para la extinción del arco eléctrico, el cual aparece cuando se separan los contactos móviles. El movimiento relativo entre el arco y el gas aumenta el enfriamiento del arco acelerando su extinción.

La combinación del campo magnético generado por un imán permanente y de la intensidad de arco provoca una rotación del arco alrededor del contacto fijo, su alargamiento y su enfriamiento hasta la extinción al paso de la corriente por cero.

La distancia entre los contactos fijos y móviles es, entonces, suficiente para soportar la tensión de restablecimiento.

Este sistema, a la vez sencillo y seguro, asegura una buena durabilidad eléctrica debido a que el desgaste de los contactos es muy reducido.

ENSAYO DE ARCO INTERNO

La celda de interruptor ha sido ensayada en los laboratorios VOLTA (ensayo C1706), según IEC 60298, con resultados satisfactorios para una intensidad trifásica de cortocircuito de 16 kA durante 0,5 segundos en el compartimento de cables y el cárter.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO FLUARC

El interruptor automático Fluarc usado en la celda de protección con interruptor automático está constituido por tres polos separados y fijados sobre un chasis que soporta el mando.

Cada polo contiene todas las partes activas en el interior de una envolvente estanca de material aislante rellena de Hexafloruro de Azufre (SF₆) a la presión de 0,5 bares, ofreciendo todas las garantías de utilización en la explotación.



Figura 43. Interruptor automático SF1

ESTANQUEIDAD

La envolvente de cada polo está sellada de por vida; es del tipo “sistema sellado a presión” según definición de la norma UNE-EN 60298.

Después del rellenado, su estanqueidad es sistemáticamente verificada en fábrica.

SEGURIDAD

De la misma manera que el interruptor, el Fluarc está pensado para, en caso de sobrepresión accidental, evitar toda proyección de gas hacia la parte frontal de la celda gracias a una membrana de seguridad, situada en la parte posterior del polo.

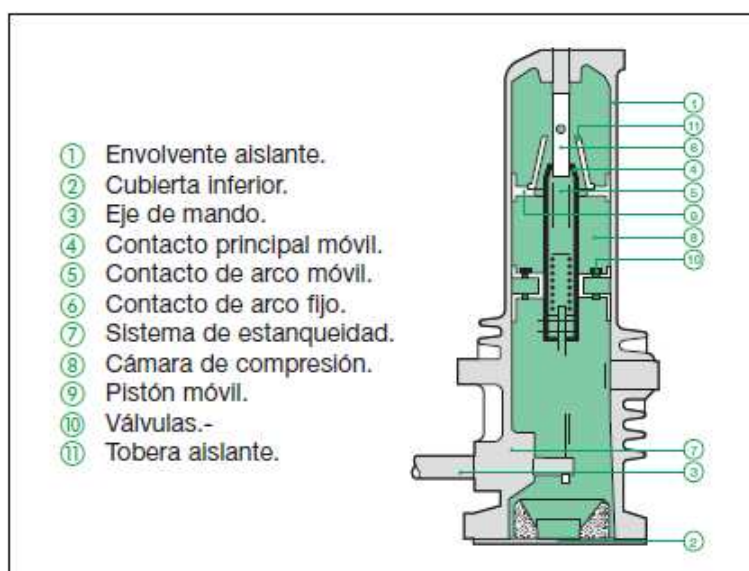


Figura 44. Partes del interruptor automático

PRINCIPIO DE CORTE

El interruptor automático utiliza el principio de corte de la autocompresión del gas Hexafloruro de Azufre (SF₆).

Las cualidades intrínsecas de este gas y el corte dulce, aportados por esta técnica, reducen las sobretensiones de maniobra.

PRECOMPRESIÓN

El pistón provoca, en el movimiento de apertura, una ligera compresión del Hexafloruro de Azufre (SF₆) en la cámara de compresión.

PERIODO DE ARCO

El arco aparece entre los contactos de arco. El pistón continúa su carrera. Una pequeña cantidad de gas, canalizada por la tobera aislante, es inyectada sobre el arco. El enfriamiento del arco se efectúa por convección forzada para el corte de las intensidades débiles; por el contrario, en el caso de intensidades elevadas es el efecto de la expansión térmica el responsable de la circulación de gases calientes hacia las regiones frías.

La distancia entre los dos contactos de arco es entonces suficiente para que, al paso de la corriente por cero, ésta sea interrumpida de manera definitiva gracias a las cualidades dieléctricas del Hexafloruro de Azufre (SF₆).

RECORRIDO DE ESTABILIZACIÓN

Las partes móviles acaban su carrera, mientras que la inyección de gas frío persiste hasta la apertura completa de los contactos.

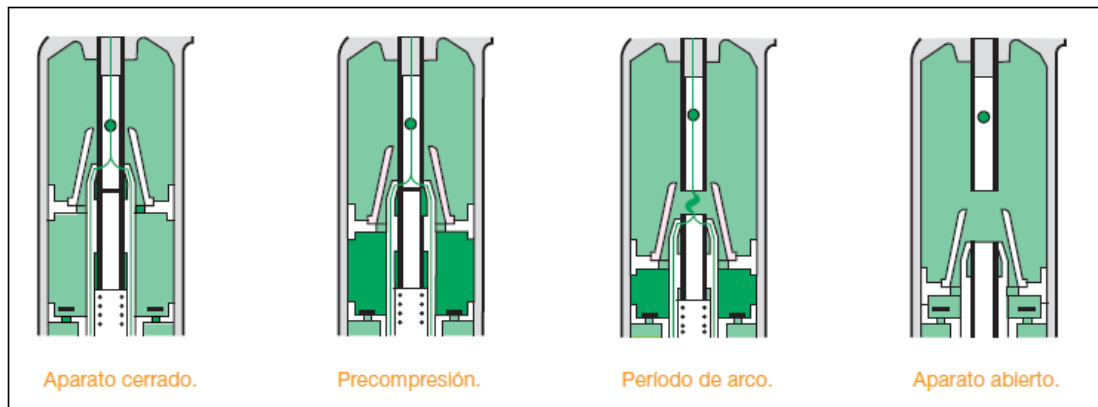


Figura 45. Proceso de Precompresión del SF₆

RELÉS ELECTRÓNICOS VIP

Las protecciones VIP del interruptor automático Fluarc, sin alimentación auxiliar, protegen contra los defecto e fase y homopolares.

Existen dos categorías de protección, una sólo con protección de “fase” VIP 300P y otra con protección de “fase” y “homopolar” VIP 300LL.

Todas estas protecciones disponen de una gran gama de ajustes de las corrientes de disparo y de una gran estabilidad en el tiempo de los reglajes y del funcionamiento. Poseen protección contra las perturbaciones electromagnéticas y una gran precisión de los umbrales y de las temporizaciones que permiten realizar una selectividad precisa de la red.

También el relé integrado en el interruptor automático facilita la explotación y su correspondiente mantenimiento.



Figura 46. Relé VIP 300

MANDO CS1 MANUAL (USADO EN LA CELDA DE PROTECCIÓN CON INT. AUTOMAT.)

En las celdas DM1C, su función es la de seccionador de puesta a tierra con poder de cierre a través de un mando de Corriente Continua.



Figura 47. Mando CS1

MANDO RL MANUAL (USADO EN LA CELDA DE PROTECCIÓN CON INT. AUTOMÁTICO)

La energía necesaria para las maniobras se obtiene comprimiendo, mediante una palanca (o motorización opcional), un mecanismo con acumulación de energía que almacena la energía en los resortes.

El cierre se efectúa por botón de pulsador (I) o bobina de cierre y la apertura se efectúa por botón pulsador (O) o bobina de apertura.



Figura 48. Mando RL

MANDO CL1 MANUAL (USADO EN LA CELDA DE PROTECCIÓN CON RUPTOFUSIBLES)

Posee cierre independiente por palanca (o motorización opcional). La energía necesaria para la maniobra se obtiene comprimiendo un resorte que, después del paso por un punto muerto, provoca el cierre.

Apertura con maniobra independiente por botón pulsador (O), bobina de apertura o fusión fusibles, en caso de las celdas QM.



Figura 49. Mando CL1

5.1.11.3.4.2 COMPARTIMENTO DE JUEGO DE BARRAS

El juego de barras está formado por tres barras de tubo de cobre rectas y aisladas. La conexión se efectúa en la parte superior del cárter colocando unos deflectores de campo con unos tornillos de cabeza Allen (M8). El par de apriete es de 2,8 mdaN.

La intensidad asignada de las barras es de 400 o 630 Amperios. En las celdas en que se indique como variante se puede colocar un embarrado superior de 1.250 Amperios de intensidad asignada.

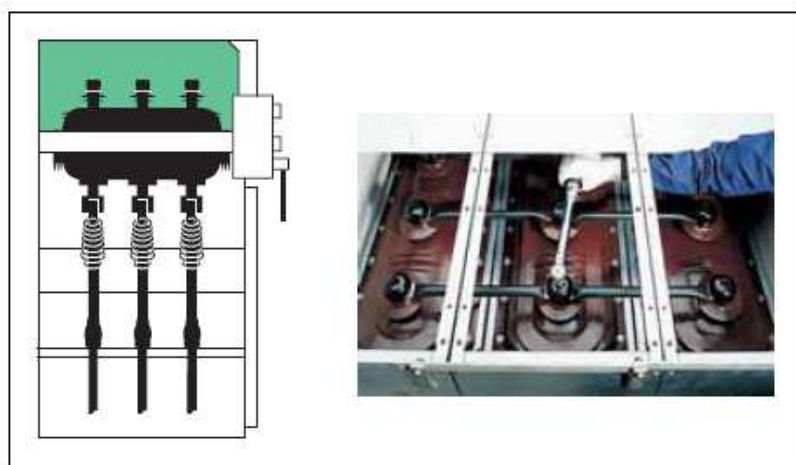


Figura 50. Compartimento de juego de barras

5.1.11.3.4.3 COMPARTIMENTO DE CABLES O CONEXIÓN Y APARAMENTA

Los cables de Media Tensión se conectan en los bornes inferiores de conexión del cárter en las celdas IM y SM.

Los cables de salida al transformador se conectan en los bornes de conexión de las bases portafusibles inferiores (en las celdas QM, PM) o sobre las pletinas de conexión de las celdas con interruptor automático (como en las celdas de la gama DM1C).

Se pueden conectar cables unipolares con aislamiento seco o con aislamiento de papel impregnado. Para cable tripolar de campo radial con aislamiento seco o con aislamiento de papel impregnado se debe realizar la trifurcación por debajo del fondo de la celda.

Las extremidades de los cables deben ser del tipo:

- Simplificado para aislamiento seco

- Termorretráctil para aislamiento con papel impregnado

La sección máxima admisible de los cables unipolares es:

- 400 milímetros para celdas de interruptor
- 240 milímetros para celdas de remonte, interruptor automático y contactor
- 150 milímetros para las celdas de protección con fusibles

El acceso al deflector de conexión del cable es abatible para poder conectar con facilidad el terminal del cable. Algunas celdas admiten conexión inferior de dos cables por fase.

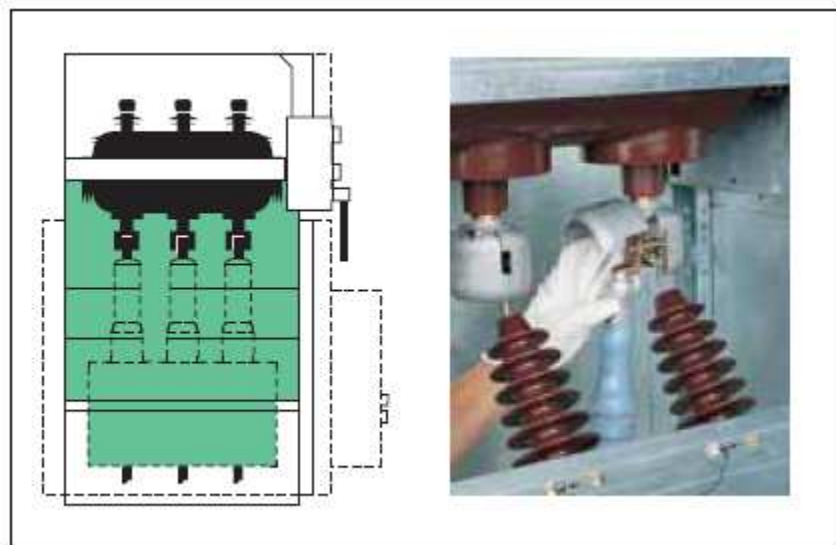


Figura 51. Compartimento de cables o conexión y aparamenta

5.1.11.3.4.4 COMPARTIMENTO DE MANDOS

Contiene, según la celda, los mandos siguientes:

- Del interruptor y del seccionador de puesta a tierra
- Del seccionador y del seccionador de puesta a tierra
- Del interruptor automático
- Del contactor

Así como el bloque de lámparas de presencia de tensión y el indicador mecánico de posición.

El compartimento de mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra es accesible con tensión en el compartimento de barras o de conexión optimizando las

operaciones de cambio de mandos o colocación de la motorización del interruptor-seccionador.

Permite la instalación fácil de candados, cerraduras de enclavamiento y accesorios de Baja Tensión opcionales como contactos auxiliares, bobinas y motorización.

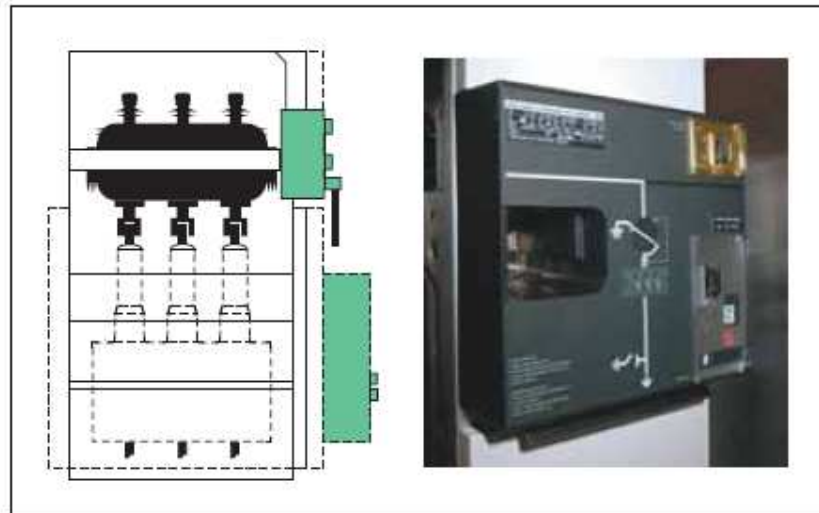


Figura 52. Compartimento de mandos

5.1.11.3.4.5 COMPARTIMENTO DE CONTROL

En caso de motorización del mando del interruptor, este compartimento está equipado con un regletero de bornas de conexión y fusibles de Baja Tensión.

Existen dos tipos de compartimento de control:

- Estándar: Para el regletero de bornas de conexión y fusibles de Baja Tensión
- Ampliado: Permite instalar interruptores automáticos magnetotérmicos y algunos relés de pequeño volumen

Ambos se pueden complementar con un cajón adicional de Baja Tensión de 450 milímetros o de 650 milímetros de altura con puerta situado sobre el techo de la celda, el cual permite colocar relés y automatismos de mayor volumen.

En todos los casos, el compartimento de control y el cajón adicional de Baja Tensión son accesibles con tensión en el compartimento de barras o en el de conexión.

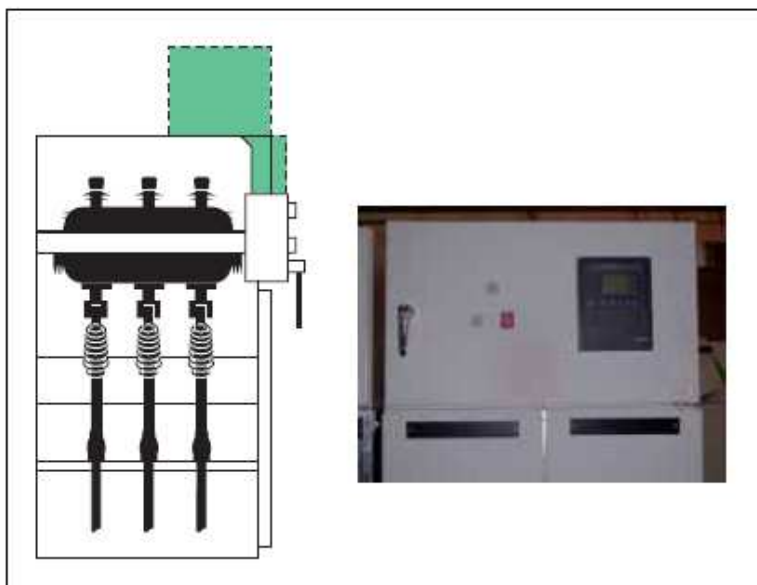


Figura 53. Compartimento de control

5.1.11.4 EDIFICIO

El recinto disponible está situado en el sótano, que se destina a consultas y exploraciones médicas. Esta situación obliga a que se construya formando un sector de incendios independiente.

Para el paso de cables de Alta Tensión (acometida a las celdas de llegada y salida) se proveerá una bancada de obra civil de dimensiones adecuadas, cuyo trazado figura en los planos correspondientes en el presente proyecto.

Dicha bancada deberá tener la resistencia mecánica suficiente para soportar el peso de las propias las celdas y sus dimensiones correspondientes. Las dimensiones mínimas que deben cumplir en la zona de celdas serán de al menos una anchura libre de 325 milímetros en las celdas de gama RM6 y de 600 milímetros en las celdas de gama SM6, y una altura suficiente que nos permita dar la correcta curvatura a los cables conectados a ellas.

Se deberá respetar una distancia mínima de 100 milímetros entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas Hexafloruro de Azufre (SF₆), en el caso de sobrepresión demasiado elevada con el fin de evitar situaciones de peligro al operador.

Fuera de las celdas, la bancada irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

Para el acceso al recinto donde está situado el transformador se instalará una malla de protección que impedirá el acceso directo de personas ajenas a la zona de

transformación. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

En el piso se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 milímetros formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 metros. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del Centro de Transformación, que puedan dar origen a diferencias de potencial, dando lugar a la aparición de tensiones de paso y tensiones de contacto. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 centímetros de espesor como mínimo como medida de seguridad.

Se dispondrá de un sistema de ventilación forzada mediante extractor debido a la imposibilidad de refrigerar el local por ventilación natural. El caudal de aire mínimo necesario se indica en el capítulo de cálculos.

5.1.11.5 ACCESOS

Al igual que caracterizáramos los accesos al Centro de Seccionamiento, a continuación definiremos los diversos accesos al Centro de Transformación:

5.1.11.5.1 ACCESO DE PERSONAL

La zona de las celdas del Centro de Transformación y su acceso estará restringido al personal de mantenimiento especialmente autorizado para ello.

Las puertas que dan acceso al Centro de transformación se deberán abrir hacia el exterior (una medida de seguridad esencial) y tener como mínimo 2,10 metros de altura y 0,90 metros de anchura.

5.1.11.5.2 ACCESO DE MATERIALES

Las vías para el acceso de los materiales deberán tener un tamaño tal que permitan la entrada de un camión de 24 toneladas hasta el interior del local, con el fin de transportar los transformadores y demás elementos pesados hacia el interior del Centro de Transformación.

No deben presentar obstáculos en las vías que dificulten el paso del camión de transporte.

Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2,30 metros de altura u 1,40 metros de anchura.

5.1.12 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

5.1.12.1 DESCRIPCIÓN DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

El transformador de potencia será una máquina trifásica reductora de tensión, cuya referencia es JLJ3SE0630GZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases y 242 V entre fases y neutro.

Estas tensiones tienen su valor definido según la normativa:

- UNE 21301: 1991 (CEI 38:1983 modificada) (HD 472: 1989). Tensiones nominales de las redes eléctricas de distribución pública en Baja Tensión
- UNE 21538: 1996 (HD 538.1 S1). Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de 36 kV

No se admitirán transformadores secos que no cumplan las especificaciones que se detallan a continuación. Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538 “Transformador trifásico tipo seco para distribución en Baja Tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV”, siendo las siguientes:

- Potencia Nominal: 630 kVA
- Tensión Nominal Primaria: 20.000 V
- Regulación en el Primario: +/-2,5%, +/-5%
- Tensión Nominal Secundaria en Vacío: 420 V
- Tensión de Cortocircuito: 6 %
- Grupo de Conexión: Dyn11
- Nivel de Aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque: 1,2/50 s 125 kV
 - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min: 50 kV

Todas estas tensiones están determinadas según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada) (HD 472:1989)
- UNE 21538:1996 (HD 538.1 S1)

5.1.12.1.1 TIPO DE TRANSFORMADOR

El tipo de transformador a instalar en nuestra instalación tendrá el neutro accesible en Baja Tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Merlin Gerin, encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El Trihal es un tipo de transformador trifásico de tipo seco con bobinado de Media Tensión encapsulados y moldeados al vacío en una resina epoxy que contiene una carga activa. Esta carga activa, compuesta esencialmente de alúmina trihidratada $Al(OH)_3$, es el origen de la marca Trihal.



Figura 50. Transformador Trihal MT/BT

5.1.12.1.2 NORMATIVA

El Trihal es un transformador de tipo interior que cumple con las siguientes normativas:

- UNE-EN 60076-11. Referente a los Transformadores de Potencia
- UNE-EN 60076-1 a 60076-5. Referente a los Transformadores de Potencia
- UNE 20182. Factores de carga aceptables en régimen continuo a diferentes temperaturas ambientes
- UNE 21538. Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de 36 kV

- Documentos europeos del CENELEC HD 538-2 S1 relativos a transformadores trifásicos de distribución de tipo seco

El tipo de transformador Trihal existe en dos versiones:

- Sin envoltente de protección (IP00)
- Con envoltente de protección IP31 e IK7 (utilizado en el presente proyecto)

5.1.12.1.3 CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO

El equipo básico que constituye este transformador seco de la gama Trihal son generalmente los siguientes elementos:

- Cuatro ruedas planas orientables
- Cuatro cáncamos de elevación
- Aberturas de arrastre sobre el chasis
- Dos tomas de puesta a tierra
- Una placa de características (en la lado de Media Tensión)
- Dos señales de advertencia de “peligro eléctrico” (señal T10)
- Barritas de conmutación de las tomas de regulación, maniobrables con el transformador sin tensión. Las tomas actúan sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación
- Barras de acoplamiento de Media Tensión con terminales de conexión situados en la parte superior de las mismas
- Juego de barras de acoplamiento de Baja Tensión para conexión en la parte superior del transformador
- Protocolo de ensayos individuales y manual de instrucciones de instalación, puesta en marcha y mantenimiento

Todo lo anterior es común en los transformadores Trihal. Los elementos que se describen a continuación, vienen en los transformadores con envoltente metálica de protección IP31 e IK7.

- Protección estándar contra la corrosión
- Cáncamos de elevación para el desplazamiento del transformador con su envoltente
- Panel atornillado del lado de Media Tensión para acceder a los terminales de conexión de Media Tensión y a las tomas de regulación. Incorpora dos manetas escamoteables, una señal de advertencia de “peligro eléctrico”

(señal T10), la placa de características del transformador y una trenza visible para la puesta a tierra

- Taladros con obturadores, perforados en la parte izquierda del panel atornillado en el lado de Media Tensión. Están previstos para montar indistintamente una cerradura de enclavamiento Ronis tipo ELP1 o Profalux tipo P1
- Dos placas aislantes sobre el techo de la envolvente para entrada por prensaestopas de los cables de Media y Baja Tensión
- Trampilla situada en la parte inferior derecha, lado de Media Tensión, previsto para la llegada eventual de cables de Media Tensión por la parte inferior. La conexión sobre el transformador se sigue haciendo en la parte superior de las barras de acoplamiento en modo convencional, como es nuestro caso



Figura 51. Transformador trihal con envolvente metálica

5.1.12.2 TECNOLOGÍA DEL TRANSFORMADOR

5.1.12.2.1 CIRCUITO MAGNÉTICO

El circuito magnético en los transformadores Trihal se realiza con chapas de acero al silicio de grano orientado aislado mediante óxidos minerales. La elección de la calidad de las chapas y de la técnica de corte y ensamblado garantiza niveles de pérdidas, corriente de vacío y ruido muy reducidos.

La protección contra la corrosión, tras el ensamblado, queda garantizada por una resina alquida de clase F, secada al horno.

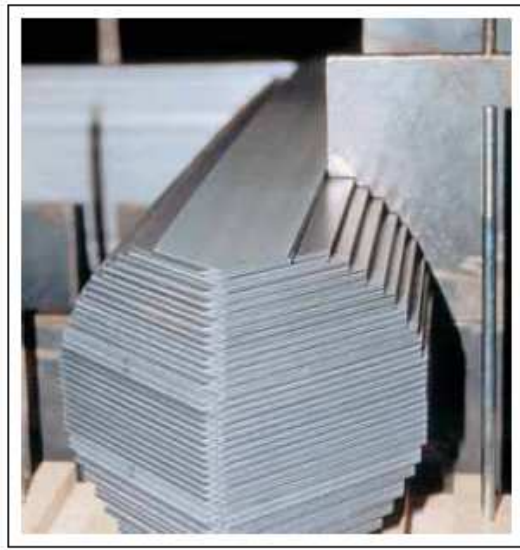


Figura 52. Circuito magnético

5.1.12.2.2 BOBINADO DE BAJA TENSIÓN

El bobinado de Baja Tensión se realiza en banda de aluminio o cobre. Esta técnica permite obtener esfuerzos axiales nulos en cortocircuitos. La banda está separada por una película aislante de clase F preimpregnada en resina epoxy reactivable en caliente.

Los extremos del bobinado están protegidos y aislados con un aislante de clase F cubierto de resina epoxy reactivable en caliente. El conjunto del bobinado se polimeriza en masa en el horno durante dos horas a 130 °C, lo que garantiza:

- Gran resistencia a las agresiones de la atmósfera industrial
- Excelente resistencia dieléctrica
- Buena resistencia a los esfuerzos radiales del cortocircuito franco

La salida de cada bobinado de Baja Tensión se compone de terminales de conexión de aluminio estañado o de cobre, permitiendo realizar cualquier conexión sin tener que recurrir a una interfase de contacto (grasa, bimetálico).

El montaje se realizará según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y la tuerca.



Figura 53. Horno de polimerización de la BT

5.1.12.2.3 BOBINADO DE MEDIA TENSIÓN

El bobinado de Media Tensión se realiza por lo general en hilo de aluminio o de cobre aislado, según el método desarrollado y patentado por Schneider Electric “Bobinado Continuo de Gradiente Lineal Sin Entrecapas”. Para intensidades elevadas, el bobinado de Media Tensión se realiza con la tecnología de “bandas”.

Estos procedimientos permiten obtener un gradiente de tensión entre espiras muy débil y una capacidad en serie más uniforme en la bobina.

El bobinado es encapsulado y moldeado bajo vacío en resina de clase F cargada e ignífuga, siendo el sistema de encapsulado Trihal único.

Gracias a estas técnicas de bobinado y encapsulado en vacío, se consigue reforzar las características dieléctricas, el nivel de descargas parciales es particularmente bajo (garantía de menos o igual a 10 pC), con lo cual representa un factor determinante en cuanto al aumento de la vida útil del transformador y una mayor resistencia a las ondas de choque.

Las salidas de conexión de Media Tensión en las barras de acoplamiento de cobre permiten realizar cualquier conexión sin recurrir a una interfase de contacto (grasa, placa bimetálica).

El montaje se realiza según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y tuerca.



Figura 54. Torno para bobinas de MT en bandas

5.1.12.2.4 SISTEMA DE ENCAPSULADO DE MT

El transformador Trihal tendrá los bobinados de Alta Tensión encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxy con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo un encapsulado ignífugo autoextinguible.

El sistema de encapsulado de clase F se compone de:

- Resina epoxy a base de bisfenol A, cuya viscosidad está adaptada a una alta impregnación de los bobinados
- Un endurecedor anhídrido modificado por un flexibilizador. Este tipo de endurecedor garantiza una resistencia térmica y mecánica excelentes. El flexibilizador confiere al sistema de encapsulado la elasticidad necesaria para suprimir cualquier riesgo de fisura de explotación
- Una carga activa compuesta por sílice y básicamente de alúmina trihidratada, los cuales sin mezclados íntimamente con la resina y el endurecedor. El sílice refuerza la calidad mecánica del encapsulado y participa eficazmente en la disipación calorífica. En caso de incendio, durante el proceso de calcinación del sistema de encapsulado, la alúmina trihidratada se descompone y produce tres efectos antifuego, que son: Formación de un escudo refractario de alúmina, formación de una barra de vapor de agua y mantenimiento de la temperatura por debajo del umbral de inflamación.

La combinación de estos tres efectos antifuego provoca la autoextinguibilidad inmediata del transformador Trihal cuando se extinguen las llamas exteriores. El sistema de encapsulado junto con sus cualidades

dieléctricas y su excelente comportamiento al fuego, confieren al transformador Trihal una excelente protección contra las agresiones de la atmósfera industrial.



Figura 55. Estación de encapsulado de MT

5.1.12.3 PROTECCIÓN TÉRMICA DEL TRANSFORMADOR

La protección del transformador seco encapsulado trihal contra calentamientos nocivos, puede estar asegurada por el control de la temperatura de los bobinados, con la ayuda de un dispositivo de protección térmica compuesto por:

- **SONDAS PT100**

La característica principal de una sonda PT100 es que proporciona la temperatura en tiempo real y gradualmente de 0 °C a 200 °C.

El control de la temperatura y su visualización se realizan a través de un termómetro digital.

Las tres sondas, compuestas cada una por un conductor blanco y dos rojos, están instaladas dentro de la parte activa del transformador Trihal a razón de una por fase.

- BORNERO DE CONEXIÓN

Un bornero de conexión de las sondas PT100 al termómetro digital T. El bornero está equipado con un conector desenchufable. Las sondas PT100 se suministran conectadas al bornero fijado en la parte superior del transformador.

- TERMÓMETRO DIGITAL T

Un termómetro digital T caracterizado por tres circuitos independientes (en nuestro caso un termómetro digital MB103, para protección térmica del transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades). Dos de los circuitos controlan la temperatura captada por las sondas PT100, uno para la alarma uno y otro para la alarma 2.

Cuando la temperatura alcanza 140 °C (o 150 °C), la información de la alarma uno es tratada mediante dos relés de salida independientes equipados con contactos inversores.

La posición de estos relés es señalada mediante dos diodos (LED). El tercer circuito controla el fallo de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica. El relé correspondiente (FAULT), independiente y equipado con contactos inversores, los aísla instantáneamente de la alimentación del aparato. Su posición también se indica a través de un diodo LED.



Figura 56. Termómetro Digital MB103

Una salida FAN está destinada a controlar el arranque de los ventiladores tangenciales en caso de ventilación forzada del transformador (AF). Una entrada adicional (CH4) puede recibir una sonda externa al transformador destinada a medir la temperatura ambiente del centro de transformación. Una salida serie RS

232 o RS 485 o analógica 4-20 mA, puede disponer en opción para autómatas u ordenador.

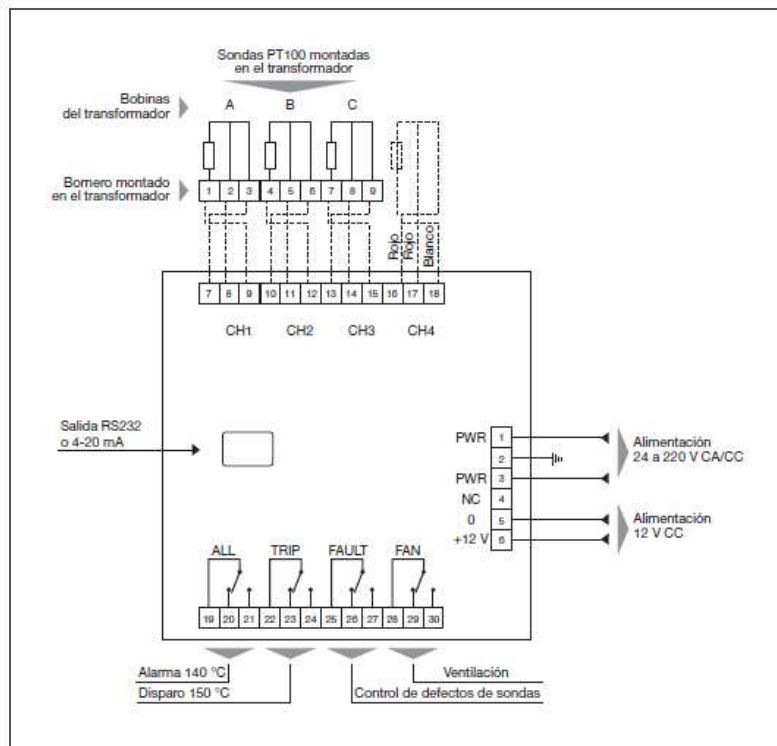


Figura 57. Esquema de funcionamiento del termómetro digital

5.1.12.4 CONEXIONES AL TRANSFORMADOR

5.1.12.4.1 CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizaremos un juego de puentes III de cables de Alta Tensión unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² con malla de cobre de 16 mm² en Aluminio con sus correspondientes elementos de conexión.

5.1.12.4.2 CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Juego de puentes III de cables de Baja Tensión unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0,6/1 kV, de 4x240 mm² en cobre para las fases y de 2x240 mm² en cobre para el neutro.

5.1.12.5 ENSAYOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Por motivos de seguridad en el centro, se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b)
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b)
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1)

5.1.12.5.1 ENSAYOS DE CHOQUE TÉRMICO

En el ensayo C2a, el transformador Trihal ha permanecido durante 12 horas en una sala climática donde la temperatura ambiente se ha disminuido inicialmente hasta -25 °C ($+3\text{ °C}$) durante 8 horas.

El ensayo C2a según la norma UNE-EN 60076-11, impone un nivel inferior a 10 pC. La medida realizada en el transformador Trihal ha dado como resultado $\leq 2\text{ pC}$.

Durante los ensayos dieléctricos, no se han producido efluvios eléctricos ni desperfectos.



Figura 58. Ensayo C2a

En el ensayo C2b (Choque térmico complementario), Las bobinas del transformador Trihal han sido introducidas alternativamente en dos cubas, una conteniendo agua hirviendo a más 96 °C y otra conteniendo agua helada a menos de 5 °C . La operación ha sido repetida 3 veces y cada inmersión ha durado 2 horas. El paso de una cuba a otra se ha realizado en menos de 2 minutos.



Figura 59. Ensayo C2b

5.1.12.5.2 ENSAYOS DE CONDENSACIÓN Y HUMEDAD

En el ensayo de condensación E2a, el transformador ha sido emplazado durante más de 6 horas en una cámara climática con control de temperatura que permite obtener la condensación sobre el transformador. La humedad ha sido mantenida por encima del 93 % por vaporización continua con agua salada.

A los 5 minutos del final de la vaporización, el transformador Trihal ha sido sometido, en la sala climática, a un ensayo de tensión inducida a 1,1 veces su tensión asignada durante 15 minutos. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno.

En el ensayo E2a de penetración de la humedad, El transformador ha sido emplazado en una sala climática durante 144 horas con una temperatura mantenida de 50 °C (± 3 °C) y una humedad del 90 % (± 5 %).

Al final de este período, el transformador ha sido sometido a los ensayos dieléctricos de tensión aplicada y tensión inducida al 75 % de los valores normalizados. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno.



Figura 60. Ensayo E2a

El ensayo E2b complementario, consiste en sumergir el transformador en un baño de agua salada a la temperatura ambiente durante un período de 24 horas. A los 5 minutos de sacarlo del agua, el transformador ha sido sometido a un ensayo de tensión inducida a 1,1 veces su tensión asignada durante 15 minutos. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno. Posteriormente, después de seco, el transformador se ha sometido a ensayo de tensión aplicada y de tensión inducida al 75 % de los valores normalizados. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno.



Figura 61. Ensayo E2b

5.1.12.5.3 ENSAYO DE COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO

Una bobina completa del transformador (MT + BT + circuito magnético) ha sido colocada en la cámara de ensayos descrita en la IEC 60332-3 (utilizada para ensayos en cables eléctricos). El ensayo comienza cuando el alcohol existente en una cubeta (nivel inicial de 40 mm) se inflama y el panel radiante de 24 kW ha sido puesto en marcha, la duración del ensayo es de 60 minutos de acuerdo con la norma.

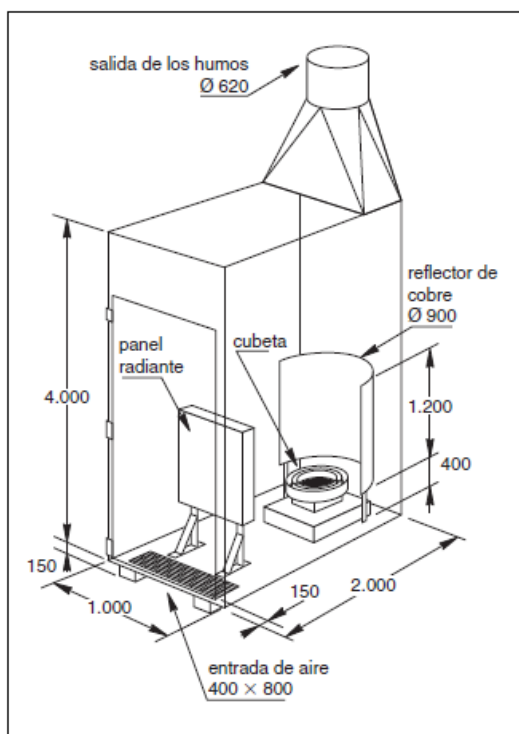


Figura 63. Cámara de ensayos IEC 60332 – 3

El calentamiento se ha medido durante todo el ensayo, debiendo situarse según la norma en temperaturas inferiores o iguales a los 420 °C. A un tiempo de 45 minutos, la temperatura del Transformador alcanza los 85 °C (según la norma deberá ser igual o

inferior a 140 °C). A un tiempo de 60 minutos, la temperatura alcanza los 54°C (según la norma deberá ser igual o inferior a 80 °C).

No se ha detectado durante el ensayo, la presencia de componentes tales como ácido clorhídrico (HCl), ácido cianhídrico (HCN), ácido bromhídrico (HBr), ácido fluorhídrico (HF), dióxido de azufre (SO₂) o aldehído fórmico (HCOH).

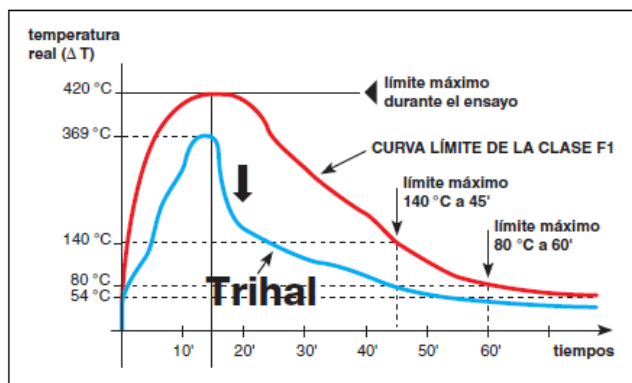


Figura 64. Evolución de la temperatura durante el ensayo

5.1.13 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-773T/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 750 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.2 con medida:
 - Activa: bidireccional
 - Reactiva: dos cuadrantes
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contador. Registro de curvas de carga horaria y cuarto horaria
- Modem para comunicación remota
- Regleta de comprobación homologada
- Elementos de conexión
- Equipos de protección necesarios



Figura 65. Armario para el cuadro de contadores

5.1.14 PUESTAS A TIERRA

5.1.14.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Este proyecto se está definiendo con datos de la resistividad del terreno y espacios disponibles, para la ubicación de los electrodos de puesta a tierra, sin la confirmación de su valor y sin sus posiciones finales.

En consecuencia daremos una serie de supuestos y de normas, de instalación, que permitirán acotar los resultados deseados.

Los resultados finales que sean aceptados, deberán poder ser mantenidos durante toda la vida útil de la instalación, para lo cual se dispondrá de los elementos de comprobación necesarios, en locales que aseguren esta función.

En el Reglamento de Alta Tensión, MIE-RAT-13, se indica que todos los elementos que deban estar conectados a tierra, tanto de protección como de servicio, deben interconectarse constituyendo una sola instalación de puesta a tierra. Se exceptúa el caso en el que, para evitar tensiones peligrosas, provocadas por un defecto de la red de alta tensión, los neutros del sistema de la red de baja tensión, cuyas líneas salen del recinto del CT, puedan conectarse a una tierra independiente.

Igualmente se condiciona la posible interconexión entre la red de puesta a tierra de los neutros citados con la red de puesta a tierra de protección de las masas de la instalación de baja tensión, según que el sistema sea TN o TT y por último, se condiciona la interconexión entre las puestas a tierra de las masas de BT con las de AT.

Por todas estas posibilidades, que son función de los valores reales de las resistencias de puesta a tierra y de las intensidades y tensiones máximas de defecto,

proyectamos los sistemas de puesta a tierra de manera que antes de la puesta en servicio de la instalación, y con el conocimiento de los valores resultantes, la dirección técnica de la obra, con el instalador, puedan decidir la unificación, o no, de las distintas redes de puestas a tierra.

Para ello se dejarán instaladas tuberías de reserva, que comuniquen las distintas cajas de las bornas principales de tierra, para que en caso de decidir la unificación de tierras, estas canalizaciones permitan la instalación de los cables necesarios.

5.1.14.2 TOMAS DE TIERRA

Pueden estar formadas por conductores de cobre desnudos de 50 mm² y enterrados a una profundidad mínima de 0,5 m, o por una combinación de estos conductores con picas de acero cobrizada, debidamente unidos con soldadura aluminotérmica.

Desde cualquier toma de tierra, que se establezca, se dispondrá de una prolongación del conductor de tierra hasta una arqueta registrable. En esta arqueta se instalará una caja de seccionamiento, medición y borne principal de tierra, y se realizarán las interconexiones de los conductores de protección con los conductores de tierra correspondientes. En la caja de seccionamiento se dispondrá de un borne principal de tierra que permita las conexiones entre ambos sistemas y la comprobación posterior de su resistencia.

Como alternativa, la caja de seccionamiento deberá instalarse en una pared próxima, cuando sea posible, llegando, el conductor de tierra, hasta ella y conservando la arqueta anteriormente citada, para registro de paso.

La elección del tipo de toma de tierra se hará, siempre que sea posible, de acuerdo con la configuración tipo, que el método de cálculo de UNESA recomienda. En todos los casos se deben cumplir las condiciones de tensiones de paso y contacto definidas en la MIE-RAT-13.

Debe cuidarse que el cable de cobre desnudo, o las picas, no se instalen próximos a las canalizaciones metálicas del resto del edificio, para evitar la corrosión galvánica, cuando haya presencia del electrolito, que la humedad puede formar con el terreno. Las uniones entre partes metálicas de hierro y partes de cobre se realizarán con soldaduras aluminotérmicas y no pueden quedar sometidas al efecto del electrolito.



Figura 66. Instalación de pica de toma de tierra

5.1.14.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

5.1.14.3.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN DE LAS MASAS O TIERRA DE PROTECCIÓN

Para la función de protección de personas y cosas, todas las masas metálicas del bloque de celdas, las cuchillas de los seccionadores de puesta a tierra, las mallas de protección de los conductores de alta tensión, quedarán unidas por una red equipotencial de cable de cobre desnudo, que enlazará con el conductor de tierra a la puesta a tierra del CT con secciones mínimas de 50 mm².

5.1.14.3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN DE LAS MASAS O TIERRA DE PROTECCIÓN

Para la función de protección de personas y cosas, deberán conectarse a tierra todas las partes metálicas de la instalación, que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo por averías, descargas atmosféricas o sobretensiones provenientes de la red de AT.

La red de conductores de protección, se realizará con conductores desnudos de cobre, de 50 mm² de sección, directamente grapados a la pared y conectando, en derivación, los elementos que citamos a continuación:

- Chasis y bastidores metálicos
- Envolventes de armarios metálicos
- Puertas y rejillas de ventilación del local
- Mallazo del pavimento del CT
- Carcasa de los transformadores
- Envolventes y pantallas de cables de alta tensión

- Secundarios de los transformadores de medida (*)
 - Seccionadores de puesta a tierra (*)
- (*) Estas funciones son de servicio



Figura 66. Conductor de cobre desnudo grapado a la pared

5.1.14.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN PARA SERVICIO

Para la función de servicio de la instalación de BT, debe ponerse a tierra el neutro del sistema de BT del transformador

Las tomas de tierra de estos elementos deben, o pueden, ser independientes, por lo cual, los conductores de protección de esta red serán aislados de 0,6/1 kV, en todo su recorrido, hasta la arqueta de enlace con la primera pica correspondiente.

Al ser la intensidad de defecto muy pequeña, la condición requerida de que la tensión de defecto $V_d = R_t \times I_d \leq 1.000$ Voltios, se cumplirá fácilmente para los valores posibles de resistencias de puesta a tierra. Es decir que será posible la unión de las tierras de protección y de servicio.

5.1.15 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Relacionamos a continuación las medidas de seguridad básicas que se contemplan en el centro de transformación y seccionamiento del presente proyecto sin limitación de otras posibles, o reguladas, por cualquier norma en vigor que sea de aplicación.

5.1.15.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Los conjuntos compactos RM6 estarán provistos de enclavamientos de tipo mecánico que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su posición cerrada se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

5.1.15.2 INTERCONEXIÓN EN ALTA Tensión CON EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La línea de alta tensión, que conecta el centro de seccionamiento con el centro de transformación, está formada por líneas en bandeja blindada.



Figura 67. Bandeja blindada para líneas eléctricas de AT

5.1.15.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.1.15.3.1 EDIFICIO DE OBRA CIVIL

Al estar incorporado en la edificación del semisótano del edificio se definen las medidas de seguridad a continuación.

El recinto debe formar sector de incendios separado del resto de los recintos del edificio, con RF-90, incluso la estructura.

El suelo dispondrá de una malla equipotencial puesta a tierra y de un sumidero para recogida de aguas.

Todas las partes conductoras de alta tensión quedaran protegidas, contra contactos directos, por envolventes aislantes o por barreras físicas.

Para el caso de una hipotética expansión de aire, en el interior de las celdas, se habilita una cámara de aire de 10 cm., en la parte posterior de las mismas, por donde las chapas podrían abrirse sin peligro.

Tendrá detectores velocimétricos de incendios, que darán alarma de incendio a la centralita general del edificio, desde la cual se ordenara la parada del sistema de extracción de aire del centro y se colocaran dos extintores de incendios en los accesos.

En lugar visible se dispondrá de carteles de maniobra, esquema del sistema eléctrico y de tierra, y de instrucciones de primeros auxilios

En el interior del centro existirán los elementos de maniobra y de primeros auxilios necesarios:

- Pértiga de maniobra y puesta a tierra
- Guantes aislantes
- Banqueta aislante de maniobras
- Placas indicadoras de peligro de muerte
- Placa reglamentaria de primeros auxilios
- Esquema unifilar de la instalación
- Repuesto de fusibles para las celdas de MT

5.1.15.3.2 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

La ubicación del transformador se realizará dentro de una compartimentación formada por, tabicones de ½ pie, con refuerzos de UPN en los cantos, y puerta frontal metálica, enclavada con el interruptor de protección, de tal manera que no se puede abrir la puerta sin la previa apertura del interruptor.

El propio transformador tendrá sondas de temperaturas para que, cuando su temperatura alcance valor peligroso, den órdenes de desconexión.

5.1.15.3.3 CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298 y que se detallan a continuación.

Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.

El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.

La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

5.1.15.4 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Por tratarse de un edificio de pública concurrencia la instalación debe disponer de una fuente de energía complementaria y, en este caso, la compondrá una acometida de reserva. Esto hará necesario la instalación, en baja tensión, de un cuadro de distribución de la red complementaria, que debe ser independiente del cuadro de distribución de la red normal.

5.1.16 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

5.1.16.1 ALUMBRADO

Para la alimentación de las redes de alumbrado debe tenerse la precaución de asegurar que la protección de estas se ubicara en el cuadro de servicios de alumbrados de las salas de los cuadros de BT y de las extracciones de aire de estos recintos, que contempla la importancia de la intensidad de cortocircuito, que por su proximidad al CGBT tendrán estas redes. Los conductores serán de ESO7Z1-K(AS) canalizados en tubo rígido libre de halógenos.

- ALUMBRADO NORMAL

En el interior del CT se instalaran los puntos de luz necesarios para proporcionar una iluminación media de 200 lux.

Las luminarias serán estancas, con grado de protección IP-65, y se instalaran en lugares que permitan su mantenimiento sin peligro de contactos con las partes en tensión del CT.

- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Consideramos el recinto del CT como de alto riesgo, en el que puede estar el personal de mantenimiento trabajando y tener necesidad de iluminación para asegurar, durante un determinado tiempo una iluminación suficiente.

Se instalarán aparatos autónomos de emergencia con lámparas fluorescentes, con flujos luminosos de 211 lúmenes y reserva de una hora. Tanto en el recinto como en sus vías de evacuación.

5.1.16.2 CONTRAINCENDIOS

- DETECCIÓN DE INCENDIOS

En el recinto del centro de transformación se instalarán detectores de incendios del tipo velocimétrico, conectados a la red general del sistema de contraincendios del edificio.

La activación de un detector provocará la alarma de incendios general, con indicación del sector y con la orden de desconexión del sistema de ventilación del CT.

- PROTECCIÓN DE INCENDIOS

En las proximidades de cada entrada del CT se ubicarán dos extintores, debidamente señalizados, de 113b de eficacia.

El recinto formará sector de incendios independiente con RF-90 incluso la estructura. Las puertas abrirán hacia la dirección de salida.



Figura 68. Extintor de 113b de eficacia

5.1.16.3 VENTILACIÓN

El local deberá estar dotado de un sistema mecánico adecuado para proporcionar un caudal de ventilación equivalente al que se indica en el documento de cálculos justificativos, y dispondrá de cierre automático en caso de incendio.

Los conductos de ventilación forzada del centro deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio.

Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a pacientes y viandantes.

Para asegurar los caudales necesarios se dispondrán de un extractor de capacidad suficiente, controlado por termostato y por la centralita de incendios.

5.1.16.4 CONDENSADORES

Para compensar el valor del coseno ϕ (phi), que las pérdidas en vacío del transformador provocan, se instalará una batería de condensadores fija para el transformador instalado. Se alimentarán desde la salida de baja tensión del transformador protegidos con seccionadores-fusibles de alta capacidad de ruptura. Estarán equipados con resistencias de puesta a tierra que garanticen la descarga de tensión cuando sean desconectadas de la red.

5.2 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT) Y DE CIRCUITOS DE SEGURIDAD

Su destino será alojar todos los dispositivos de seccionamiento y protección de los circuitos de llegada (transformador y acometida de reserva) y salida para cuadros secundarios y tomas eléctricas, estando independizados ambos servicios.

Estarán ubicados en un local de uso exclusivo situado en la planta sótano formando sector de incendio respecto a otros recintos.

Los CGBT previstos están constituidos por una envolvente metálica formada por paneles adosados, provistos de doble puerta delantera: la primera transparente bloqueada por cerradura; la segunda metálica y troquelada para dejar accesibles los mandos de los interruptores automáticos ocultando al propio tiempo las conexiones y partes metálicas en tensión. Todos sus elementos y apartados serán accesibles por la parte delantera, no siendo necesario para la sustitución y/o reparación de cualquier elemento acceder a la parte trasera.

Los embarrados y cableados soportarán los efectos térmicos, electromagnéticos y resonantes que la red las puede solicitar. Así mismo, los conductores serán no propagadores de incendio ni llama y de baja emisión de humos y las canaletas no propagadoras de la llama.

Todos los interruptores automáticos de protección, tanto de llegada como de salida, se preverán de corte omnipolar, con relés magnetotérmicos tetrapolares regulados a la intensidad máxima admisible por el circuito que hayan de proteger, y tendrán un poder de corte mínimo de 20kA a 400V. En la elección de estos interruptores automáticos, se tendrán presentes criterios de selectividad frente a cortocircuitos, garantizados por el fabricante de la apartamenta con respecto a los interruptores automáticos de los escalones sucesivos de protección. Todos los interruptores de protección de salidas a cuadros secundarios dispondrán de D.D.R. (Dispositivo de disparo de corriente residual) con regulación de tiempo e intensidad de disparo si no los presentan en sus correspondientes salidas de cuadros secundarios. Así mismo dispondrán de contactos de estado para el control general.

En los cuadros generales se instalarán las protecciones contra sobretensiones de origen atmosférico coordinadas previamente con el fabricante de pararrayos.

Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos. Dispondrán de un 20% de reserva de espacio cable.



Figura 69. Cuadro General de Baja Tensión

5.3 CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN DE ZONAS EN PLANTAS

Los cuadros destinados a Red Normal y a Red Complementaria serán independientes y ubicados en sectores de incendios independientes del resto de las instalaciones.

En ellos se alojarán todos los dispositivos de protección contra sobrecalentamientos, cortocircuitos y corrientes de defecto de los circuitos de distribución para puntos de luz y tomas de corriente. Así como los contactos de estado de los diferenciales.

En el CGBT se instalarán transformadores de separación de circuitos como medida de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, para Ascensores de Seguridad, Extractores y Bombas Contra incendios además de las protecciones de sobreintensidades y diferenciales.

Las envolventes proyectadas para los Cuadros Secundarios, serán para montaje empotrado o de superficie construidas con chapa electrocincada con tapas de protección de material plástico aislante y autoextinguible. Dispondrán de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad; la segunda, troquelada para paso de mandos manuales de interruptores, estará fijada por tornillos. El grado de protección de esta envolvente será IP acorde con el local donde se instalen y su altura de montaje salvará el rodapié de 400 mm existente.

Para el presente proyecto hemos elegido cuadros Prisma Plus gama G, fabricados por Merlin Gerin, que nos permite que a cada salida o grupo de salidas le corresponda un conjunto funcional de placas soporte/tapas, y permita instalar los aparatos de protección en su interior de manera segura. Dicho cuadro está diseñado conforme a los ensayos de la Norma UNE-EN 60439-1.

La instalación de estos tipos de cuadros nos permite maniobrabilidad en la instalación, pudiendo colocar la envolvente en forma horizontal, vertical y empotrada, permitiéndonos un control total pudiendo modificar el cuadro en cualquier momento debido a algún imprevisto.

Los cables se conectan directamente en los polos del bloque de conexión, existiendo una pantalla traslúcida que protege a los usuarios de las partes en tensión permitiendo su visualización.

La envolvente y su tamaño se determinan en función de la aparamenta instalada de modo que podemos permitirnos el dejar espacio libre para futuras ampliaciones.

Todas las puertas frontales (en nuestro caso dos, una traslúcida y otra troquelada) son reversibles de derecha/izquierda facilitando su apertura y manejabilidad.

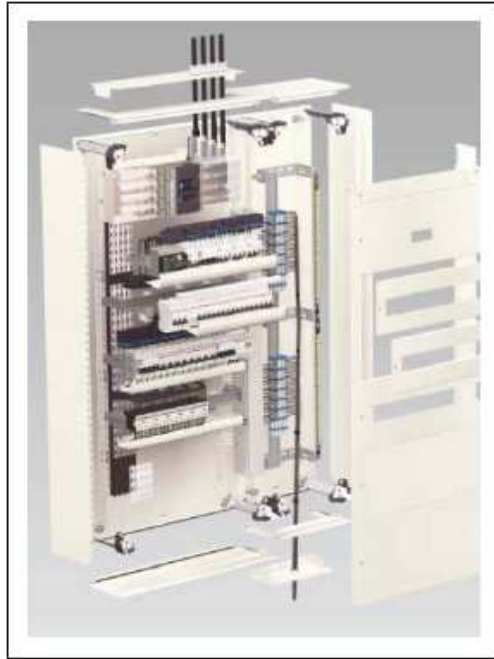


Figura 70. Cuadro Secundario Prisma Plus gama G

En su interior se alojarán los interruptores generales manuales de corte en carga para llegadas, interruptores automáticos subgenerales de bloque con dispositivos de disparo por corriente residual (DDR) con sensibilidad de 30 mA como protección contra contactos indirectos, y los interruptores automáticos magnetotérmicos de protección para los circuitos de salida destinados a la alimentación de puntos de luz y tomas de corriente.



Figura 71. Int. Diferencial de 2 polos, 80 A y 30 mA de sensibilidad marca Schneider Electric

Los circuitos de distribución se protegerán individualmente con interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x10 A para el alumbrado y de 2x16 A para los de tomas de corriente normales. Las superiores a 16 A se protegerán con automáticos independientes para uso exclusivo, dimensionados a la intensidad propia de la toma.



Figura 72. Interruptor automático magnetotérmico de 2 polos y 10 A marca Schneider Electric

Todos estos interruptores automáticos tendrán un poder de corte acorde con la hoja de cálculo adjunta en el documento de cálculos justificativos y dispondrán de protección para el conductor neutro.

Estarán cableados con conductor flexible no propagadores de incendio y llama y baja emisión de humos, disponiendo de bornas de salida para la conexión de los circuitos de distribución con el cuadro. Todas las conexiones en los cuadros se preverán con terminales a presión.

La elección de interruptores automáticos se realizará teniendo en cuenta criterios de selectividad en el disparo frente a cortocircuitos con respecto a escalones superiores de protección.

Las intensidades nominales de los interruptores automáticos serán tales, que en ningún caso superarán la máxima corriente admisible por el conductor de mínima sección por él protegido.

Todas las salidas de los interruptores automáticos, quedarán identificadas en el cuadro con la zona y locales a los que alimentan.

Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos. Todos los cuadros dispondrán de espacio de reserva para un 20% más de salidas.

5.4 LINEAS PRINCIPALES

Estas líneas son las que enlazarán las bornas de Baja Tensión del transformador con el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) y las bornas del Alternador del Grupo Electrónico hasta la conmutación.

Para la conexión Transformador-Cuadro General de Baja Tensión, se usará cable de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, no propagador del incendio y bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación RZ1 0,6/1 kV-K(AS).

Para ello se ha seleccionado el tipo de cable AFUMEX 1000 V (AS), cuya denominación genérica es RZ1-k (AS), del fabricante Prysmian Cables & Systems, cumpliendo la norma constructiva UNE 21123-4, a una temperatura de servicio entre -40 y 90 °C y tensión nominal de 0,6/1 kV.

Algunas de las características del cable utilizado para dichas líneas principales son las descritas a continuación:

- Conductor: El metal usado es cobre electrolítico recocido, flexible clase 5, según UNE-EN 60228, con temperatura máxima de funcionamiento normal de 90 °C y 250 °C en caso de cortocircuito.
- Aislamiento: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX3. Con colores, amarillo/verde, azul, marrón y negro, según UNE 21089-1.
- Cubierta: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1. En color verde, con franja de color identificativa de la sección y que nos permite escribir sobre la misma para identificar circuitos.



Figura 73. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

Se usan en líneas generales de alimentación (ITC-BT 14), derivaciones individuales (ITC-BT 15), instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20), locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), etc.

A continuación se muestra la tabla de características técnicas del cable descrito anteriormente:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)**

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26.5	No permitido	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21

Tabla 9. Características técnicas del cable RZ1-K (AS) del fabricante Prysmian

Para la conexión Grupo Electrógeno-Cuadro General de Baja Tensión se elegirá el tipo de cable de cobre con designación RZ1 0,6/1 kV (AS+) resistente al fuego.

Para ello se ha seleccionado el cable AFUMEX FIRS 1000 V (AS+), cuya designación genérica es RZ1-K (AS+), fabricado por Prysmian Cables & Systems.

Las características del cable son las mismas que el RZ1-K (AS), salvo en el material de aislamiento, ya que el cable AS+ está compuesto por una mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX, de silicona hasta 25 mm² (SZ1-K) y cinta vidrio-mica más XLPE a partir de 35 mm² (RZ1-K). El color de la cubierta en este tipo de cable es naranja.

Es un cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente diseñado para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio. Adecuado para circuitos de servicios de seguridad no autónomos o con fuentes autónomas centralizadas como alumbrado de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores, etc.

También se usa en la alimentación de extractores y ventiladores para control de humos de incendio de garajes, aparcamientos, etc.



Figura 74. Cable RZ1-K (AS +) 0,6/1 kV

En la tabla 10, se muestran las características técnicas del cable RZ1-k (AS +):

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)								
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21

Tabla 10. Características técnicas del cable RZ1-K (AS +) del fabricante Prysmian

Las secciones de los conductores serán capaces de soportar sin sobrecalentamiento la potencia instalada, la potencia de cortocircuito sin superar los 250 °C en el tiempo de corte del interruptor automático que le protege, y no superar caídas de tensión que sobrepasen los permitidos por el Reglamento Vigente.

La instalación será al aire sobre bandeja ventilada o canalizados en tubos grapados al paramento por encima de falsos techos. En el caso de utilizar bandeja, irán clasificados por ternas con el neutro al centro y separadas las ternas entre sí dos veces el

diámetro del cable unipolar que lo forma. Las bandejas sólo llevarán una capa de cables y estos irán atados a ellas (abrazados por ternas) con bridas de poliamida. Las bandejas tendrán continuidad eléctrica mediante el empleo de piezas de conexión del fabricante.

Las bandejas metálicas irán puestas a tierra con una sección mínima de conductor de 16mm^2 con aislamiento amarillo-verde utilizándose piezas especiales del fabricante para esta unión.

Para la conexión de los cables a las bornas de interruptores, se utilizarán terminales metálicos, que se unirán a los cables por presión mediante útil hexagonal que garantice una perfecta conexión sin reducción aparente de la sección.

En el interior de los cuadros, estos cables se fijarán al bastidor de los mismos a fin de liberar a las conexiones de tensiones mecánicas.

Los circuitos quedarán identificados mediante etiquetas donde vendrá indicado su destino, cuadro de procedencia, interruptor que le protege y características propias del cable.

5.5 LÍNEAS DE DERIVACIÓN A CUADROS SECUNDARIOS Y TOMAS ELÉCTRICAS

Estarán destinadas a enlazar los interruptores automáticos de salida del CGBT con los cuadros secundarios de zona (CS) y tomas eléctricas (TE).

Los cables previstos serán en cobre, y su instalación será en bandeja metálica perforada sin tapa y puesta a tierra hasta los Cuadros Secundarios (CS).

El cálculo de las secciones de los conductores se realizará para soportar sin sobrecalentamientos:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada
- La intensidad de cortocircuito calculada en el punto de partida del circuito

Su realización será en conductor de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, autoextinguible, bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación R Z1-0,6/1 kV-K (AS).

Los circuitos para seguridad como Ascensores, Bomba de incendio y alimentación de extractores serán resistentes al fuego, designación (AS+).

Además, los valores de las caídas de tensión máximas para las potencias de plena carga no deberán superar los indicados en el Reglamento Vigente.

5.6 DISTRIBUCIÓN EN PLANTAS

Comprenderá la realización, a partir de las bornas de salida de los CSs en el pasillo, de puntos de luz, tomas de corriente para usos varios, etc.

La realización de los circuitos será por lo general en tubo plástico flexible libre de halógenos no propagadores de la llama reforzado para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos. Cuando la instalación deba ser vista, se realizará con tubo de acero o plástico rígido libre de halógenos no propagador de la llama para curvar en caliente.



Figura 75. Tubo de plástico flexible libre de halógenos

Para la fijación del tubo de plástico flexible reforzado se utilizarán bridas de cremallera tipo UNEX o equivalente. Para el tubo de acero o plástico rígido se utilizará en todos los casos abrazadera metálica adecuada al diámetro del tubo.

Los conductores a utilizar serán de cobre, con aislamiento V-750, no propagador del fuego ni llama y baja emisión de humos, designación H07Z1-U (AS) y H07Z1-R (AS). Los cables serán de hilo rígido y en caso de utilizarse cable H07Z1-K (AS), sus conexiones se realizarán en todos los casos con terminales de presión.

La descripción del cable es la siguiente:

- CONDUCTOR
 - Metal: Cobre electrolítico recocido
 - Flexibilidad: Rígido, clase 1 (hilo único) hasta 4 mm²; rígido, clase 2 (varios hilos) desde 6 mm²; según UNE EN 60228.
 - Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito

- AISLAMIENTO

- Material: Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX, clase EI5 según UNE 21027-9
- Colores: Azul, gris, marrón y rojo

Las principales aplicaciones de este tipo de cable son, centralización de contadores (ITC-BT 16), cableado de cuadros (ITC-BT 28) y edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

La tabla siguiente muestra las características técnicas:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)							
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	3	19	12,1	20	30,98	24,46
1 x 2,5	0,8	3,7	35	7,41	26,5	18,66	15,06
1 x 4	0,8	4,2	51	4,61	36	11,68	9,46
1 x 6	0,8	4,5	64	3,08	46	7,9	6,43
1 x 10	1	6	111	1,83	65	4,67	3,84
1 x 16	1	6,7	158	1,15	87	2,94	2,45

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.
→ XLP2 con instalación tipo B1 → columna 10.

(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15).

Tabla 11. Características técnicas del cable H07Z1-R (AS)

El tamaño de las cajas de registro será adecuado al número y diámetro de los tubos a alojar, debiéndose utilizar cajas Manile o serie Plexo de Legrand en canalizaciones vistas.

Las cajas de registro elegidas son las cajas estancas Plexo IP 55- IK 07 con cierre de 1/4 de vuelta.

Son cajas de poliestireno con tapas de polietileno, color gris RAL 7035, cuya temperatura de utilización va desde los -25° C hasta los 40° C, y autoextinguible.

Las entradas de los cables y tubos irán por los conos multidímetro, con indicaciones de diámetros y numeradas para facilitar el reconocimiento de las líneas.

Poseen tapas de protección clase II para los tornillos de fijación mural y un cierre de 1/4 de vuelta, imperdible y precintable asegurando el cierre de la tapa con las señales de posición 0 y 1.



Figura 76. Caja de registro PLEXO IP-55 IK-07 del fabricante Legrand

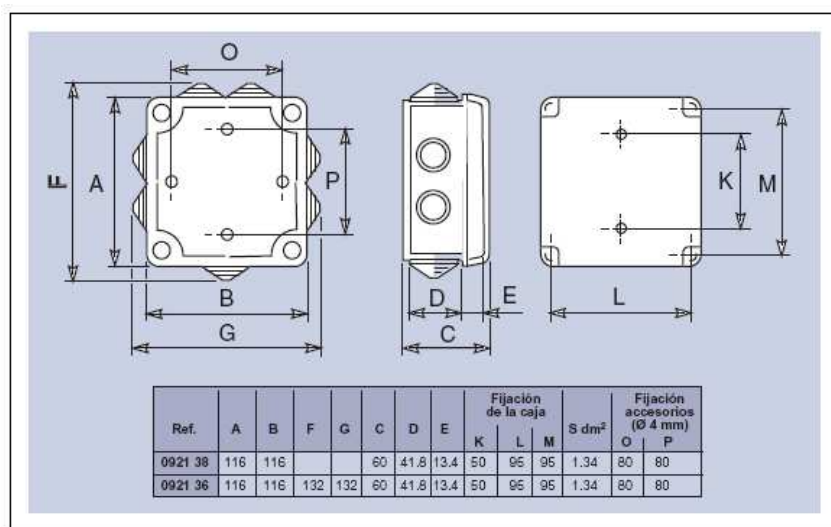


Figura 77. Cotas de la caja de registro PLEXO IP-55 IK-07

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A en interruptores destinados a alumbrado y de 16 A para tomas de corriente.

Las tomas eléctricas no previstas con mecanismo, se dejarán en una caja de registro provista de bornas de conexión.

Los colores de los conductores corresponderán con el código establecido en el REBT.

Para el alumbrado especial destinado a emergencia y señalización se utilizarán unidades con 1 hora de autonomía.

Las instalaciones para maquinaria de Aire Acondicionado que tengan su origen en los cuadros secundarios deberán ser realizadas con tubos de acero o plástico rígido no propagador de la llama y conductores no propagadores de incendio ni de llama y baja emisión de humos (AS) de 750 o 1000 Voltios, cajas metálicas o de PVC con boquillas o prensaestopas.

5.7 ALUMBRADO DE INTERIORES

Se tendrá en cuenta por lo especificado en la sección HE 3 del Código Técnico de la Edificación que todas las zonas dispondrán al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización y un control a través de interruptores horarios.

Se realizará generalmente mediante lámparas fluorescentes estancas de 36 W fluorescentes lineales con luminarias del tipo pantalla para cuartos técnicos.

La construcción de las luminarias será preferentemente en chapa de aluminio. Todas ellas llevarán una conexión a la red de tierra de protección, siendo todos los equipos de encendido en Alto Factor con reactancia.

Según indica el Código Técnico de la Edificación en su sección SU-4 (Seguridad frente al riesgo causado por iluminación adecuada), en cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado, capaz de proporcionar como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla siguiente medido a nivel de suelo:

Zona		Iluminancia mínima	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10 lux
		Resto de zonas	5 lux
	Para vehículos o mixtas		10 lux
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75 lux
		Resto de zonas	50 lux
	Para vehículos o mixtas		50 lux

Tabla 12. Niveles mínimos de iluminación

El nivel de uniformidad media será del 40% como mínimo.

Los niveles medios de iluminación considerados para las diversas dependencias serán a modo de ejemplo y que cumplen con lo establecido en el C.T.E. son:

- Pasillos	150 lux
- Vestíbulos	250 lux
- Salas de Instalaciones	150 lux
- Oficinas	500 lux
- Aseos	200 lux

Las lámparas fluorescentes compactas dispondrán de 1.200 lúmenes para la de 14 W. El tono será para todas las lámparas del mismo tipo, blanco cálido.

En locales clasificados como técnicos las luminarias serán estancas, construidas en polyester con fibra de vidrio autoextinguible y difusor en metacrilato transparente, grado de protección mínimo IP65.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Por ser un edificio considerado de pública concurrencia y con una capacidad de ocupación mayor de 100 personas, según se especifica en la sección SU 4 del Código Técnico de la Edificación (Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada), el edificio dispondrá de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - i) En las puertas existentes en los recorridos de evacuación
 - ii) En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa
 - iii) En cualquier otro cambio de nivel
 - iv) En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos

El alumbrado de evacuación y antipánico será mediante aparatos autónomos de entrada automática por fallo en la alimentación de 220 V, y deberá poder funcionar, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista. La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve: alimentación automática disponible en 0,5 segundos como máximo.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación

con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo

b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas

e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40

Las luminarias serán con lámpara fluorescente, cumpliendo con la normativa de PCI de la comunidad de Madrid, el REBT (ITC-BT-28), el Código Técnico de la Edificación y demás Reglamentaciones y Normativas vigentes que sean de aplicación

5.8 RED DE PUESTA A TIERRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la seguridad de la instalación y funcionamiento de las protecciones contra contactos indirectos se establecen los siguientes sistemas de puesta a tierra:

- Sistema de tierra de protección de Alta Tensión
- Sistema de tierra de protección de Baja Tensión
- Sistema de tierra de los Neutros de los Transformadores y Grupo Electrónico
- Sistema de puesta a tierra para equipotencial de la estructura del edificio. Para unificar con el sistema de protección de Baja Tensión

A estos sistemas principales se acoplarán tomas de tierra para:

1. Pararrayos. Para unificar con el sistema de la estructura del edificio
2. Guías de ascensores. Para unificar con el sistema de la estructura del edificio
3. Instalación de Telecomunicaciones y antena. Para unificar con el sistema de la estructura del edificio

Todos tendrán sus bornas principales de tierra con posibilidad de seccionamiento para comprobaciones y quedarán interconectadas con tuberías para la posible unificación de los sistemas.

Se realizarán con conductores de cobre desnudo de 35 mm² de sección mínima los electrodos de tierra equipotencial del edificio y Guías de Ascensores, y con sección mínima de 50 mm² los del Pararrayos y Protección de Alta Tensión.

Los de protección de Baja Tensión y de Neutros se realizarán con conductores aislados de secciones diversas según el Reglamento de Baja Tensión.

Los conductores de protección, equipotenciales y conductores de tierra cumplirán las necesidades mínimas en cada caso y soportarán las corrientes de cortocircuito que marcan el Reglamento de Baja Tensión y los cálculos correspondientes.

La coordinación del funcionamiento de las protecciones por sobreintensidades y por corriente residual, determinará las necesidades de las resistencias a tierra de los distintos sistemas, para evitar tensiones supuestas de defecto, que puedan provocar la superación de los límites de intensidad y tiempo permitidos para el cuerpo humano o las tensiones mínimas aplicables a las instalaciones.

Las medidas preventivas para instalaciones eléctricas en baja tensión contra contactos eléctricos indirectos están concebidas para proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un defecto de aislamiento entre las partes activas y masa u otras partes conductoras accesibles.

Según la Instrucción Complementaria MIE BT 021, apartado 2, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, es preceptivo establecer sistemas de protección contra contactos indirectos en aquellas instalaciones con tensiones superiores a los 50 V, agrupándose en dos clases, Clase A y Clase B.

A continuación, describiremos las dos clases:

CLASE A

a.- Separación de circuitos

Este sistema de protección consiste en separar los circuitos de utilización respecto de la fuente de energía (circuito de distribución y alimentación de la corriente al elemento que se quiere proteger y circuito general de suministro de electricidad) por medio de transformadores o grupos convertidores (motor-generator) manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.

Presenta como inconvenientes que el límite superior de la tensión de alimentación y de la potencia de los transformadores de separación es de 250 V y 10 kVA para los monofásicos y 400 V y 16 kVA para los trifásicos.

Otro inconveniente es que no detecta el primer fallo del aislamiento.

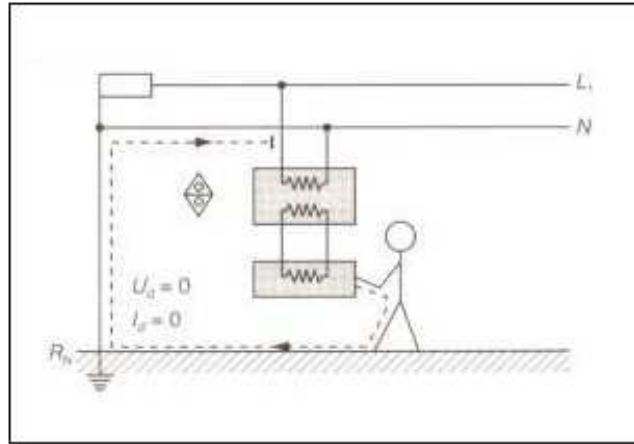


Figura 76. Separación de circuitos

Si se produce una tensión de defecto en el elemento protegido y la persona lo toca, no se produciría el paso de la corriente por ella ante la imposibilidad de cerrarse el circuito debido a la separación galvánica existente entre el circuito general y el de distribución y alimentación al elemento protegido.

b.- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad

Los valores usados son de 24 Voltios de valor eficaz para locales húmedos o mojados, y de 50 Voltios para locales secos. La tensión de seguridad suministrada por transformadores, baterías, etc. estarán aisladas de tierra.

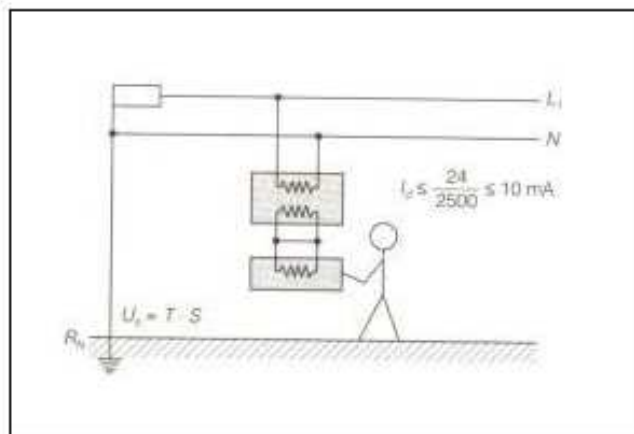


Figura 77. Empleo de pequeñas tensiones de seguridad

c.- Separación de las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamiento de protección

El doble aislamiento se aplica en máquinas, herramientas portátiles, aparatos electrodomésticos pequeños, etc. y consiste en el empleo de un aislamiento suplementario del denominado funcional (el que tienen todas las partes activas de los aparatos eléctricos para que puedan funcionar y como protección básica contra los contactos directos).

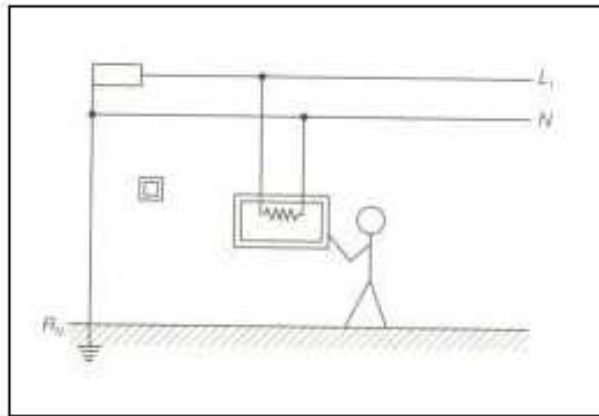


Figura 78. Separación de las partes activas y masas accesibles

d.- *Conexiones equipotenciales de las masas*

Este sistema de protección consiste en unir entre sí todas las masas de la instalación a proteger y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar que puedan aparecer en un momento dado, diferencias de potencial peligrosos entre ambos.

Esto se consigue uniendo por medio de un conductor de protección y a través de uniones de muy débil resistencia:

- Todas las masas entre sí
- Con los elementos conductores de la edificación susceptibles de contacto (tuberías, radiadores, etc)
- Con los electrodos de puesta a tierra

CLASE B

Consiste en la puesta de las masas directamente a tierra o a neutro, y, además, en la dotación de un dispositivo de corte automático que dé lugar a la desconexión de las instalaciones defectuosas con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

a.- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto

Este sistema de protección consiste en poner a tierra las masas de las máquinas y asociar la toma de tierra a un dispositivo de corte automático que origina la desconexión de la instalación en caso de presentarse un defecto. La puesta a tierra (PAT) sirve para evitar que las carcasas de las máquinas queden sometidas a tensiones superiores a las de seguridad. Para ello la PAT tiene que ir asociada a dispositivos de corte, tales que cuando se alcance la tensión de seguridad en las carcasas, interrumpan el circuito. Ello requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

1. En instalaciones en que el punto neutro esté unido directamente a tierra:

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos
- Una masa cualquiera no permanecerá con respecto a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a 24 V en locales o emplazamientos húmedos o 50 V en los demás casos
- Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra

2. En instalaciones en que el punto neutro está aislado de tierra o unido a ella por intermedio de una impedancia que limite la corriente de defecto: se cumplirán las tres condiciones anteriores, si bien puede admitirse, cuando las condiciones de explotación lo exijan, que la 1ª condición no sea cumplida siempre que, a cambio, se cumplan las siguientes:

- Un dispositivo de control debe señalar automáticamente la aparición de un solo defecto de aislamiento en la instalación
- La segunda condición del caso anterior se cumplirá siempre, incluso en caso de un solo defecto de aislamiento
- En caso de dos defectos de aislamiento simultáneos, que afecten a fases distintas o a una fase y neutro, se producirá la separación de la instalación en la que se presenten estos defectos por un dispositivo de corte automático

b.- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:

Este sistema de protección consiste en unir las masas metálicas de la instalación al conductor neutro, de tal forma que los defectos francos de aislamiento se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el

funcionamiento del dispositivo de corte automático. Para su correcto funcionamiento requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los dispositivos de corte utilizados serán interruptores automáticos o cortocircuitos fusibles
- La corriente producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas al conductor de protección. La unión de este conductor con el conductor neutro se realizará en un solo punto situado inmediatamente antes de la caja general de protección o antes del dispositivo general de protección de la instalación
- El conductor neutro de la instalación deberá estar alojado e instalado en la misma canalización que los conductores de fase
- El conductor de protección deberá estar aislado, y cuando vaya junto a los conductores activos, su aislamiento y montaje tendrá las mismas características que el conductor neutro
- El conductor neutro estará eficazmente a tierra, de forma tal que la resistencia global resultante de las PAT sea igual o inferior a 2 Ω . La PAT del conductor neutro deberá efectuarse en la instalación uniéndola igualmente a alguna posible buena toma de tierra próxima

c.- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:

Este sistema de protección consiste en unir las masas metálicas de la instalación a la tierra mediante electrodos o grupo de electrodos enterrados en el suelo, de tal forma que las carcassas o partes metálicas no puedan quedar sometidas por defecto de derivación a una tensión superior a la de seguridad. Para ello, se utilizan como dispositivos de corte los diferenciales. Estos diferenciales serán de mayor sensibilidad cuanto mayor sea la resistencia de la tierra a la que está unido el circuito de protección. El uso de este sistema de protección requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

- El interruptor deberá eliminar el defecto en un tiempo inferior o igual a 5 segundos mediante el corte de todos los conductores activos, cuando se alcance la tensión considerada peligrosa (24 V locales húmedos, 50 V locales secos)
- La bobina de tensión del interruptor se conectará entre la masa del aparato a proteger y una PAT auxiliar para controlar la tensión que pueda presentarse entre éstas
- El conductor de tierra auxiliar estará aislado:

- Con relación al conductor de protección de la masa del aparato a proteger
 - De las partes metálicas del edificio
 - De cualquier estructura en unión eléctrica con el aparato a fin de que la bobina de tensión no pueda quedar puenteada. Por tanto, el conductor de PAT auxiliar debe ser un conductor aislado
- El conductor que conecta el relé a la masa a proteger no debe entrar en contacto con partes conductoras distintas de las masas de los aparatos eléctricos a proteger, cuyo conductor de alimentación quedará fuera de servicio al actuar en interruptor en caso de defecto

d.- *Empleo de interruptores diferenciales*

La misión de los diferenciales es la siguiente:

- Reducir el tiempo de paso de la corriente por el cuerpo humano, mediante la interrupción rápida
- Reducir la corriente que pasa por el cuerpo humano, a un valor suficientemente bajo

Teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables para el cuerpo humano en que puede producirse la fibrilación según los valores intensidad/tiempo, se estima que la sensibilidad debe de ser 25 a 30 mA y el tiempo de disparo menor de 250 mseg.

Todo lo detallado anteriormente se tendrá en cuenta siempre cumpliendo con los distintos ITC-BT del Reglamento de Baja Tensión que le sean de aplicación y las Normas UNE correspondientes.

5.9 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA. BATERÍA DE CONDENSADORES

5.9.1 GENERALIDADES

Los elementos que componen una instalación eléctrica pueden actuar como consumidores (utilizando la potencia activa de la red como fuente de alimentación) por ejemplo, ordenadores, aparatos de diagnóstico, etc. o pueden actuar como conversores en otra forma de energía, por ejemplo las lámparas, o en trabajo útil como los motores eléctricos. Para que esto ocurra, es necesario que el elemento de la instalación intercambie con la red energía reactiva principalmente de tipo inductivo. Esta energía, contribuye a incrementar la potencia total que transita la red eléctrica, desde los generadores, a lo largo de todas las líneas eléctricas, hasta los elementos que la utilizan. Para atenuar este efecto negativo es necesaria la corrección del factor de potencia en las instalaciones eléctricas.

Utilizando baterías de condensadores se puede generar la energía reactiva necesaria para la transferencia de potencia eléctrica útil, permitiendo así una gestión técnica económica mejor y más racional de las instalaciones.

En los circuitos de corriente alterna, la corriente absorbida por una carga puede estar representada por dos componentes:

- La *componente activa* I_R , en fase con la tensión de alimentación, que está directamente relacionada con el trabajo útil desarrollado (y, por tanto, con la parte proporcional de energía transformada en energía de otro tipo: mecánica, lumínica, térmica...);
- La *componente reactiva* I_Q , perpendicular respecto a la tensión, que sirve para producir el flujo necesario para la conversión de las potencias a través del campo eléctrico o magnético y es un índice del intercambio energético entre la alimentación y el elemento de la instalación eléctrica.

Sin esta componente no podría haber transferencia neta de potencia, por ejemplo, por intervención del acoplamiento magnético en el núcleo de un transformador o en el entrehierro de un motor.

Por lo general, en presencia de cargas de tipo óhmico-inductivo, la corriente total I se muestra desfasada y retardada respecto a la componente activa I_R .

Resulta necesario, por lo tanto, generar y transportar, además de la potencia activa útil P , una cierta potencia reactiva Q , imprescindible para la conversión de la energía eléctrica que no es utilizada por el elemento sino intercambiada con la red. El complejo de la potencia generada y transportada corresponde a la potencia aparente S .

Definimos *factor de potencia* ($\cos\varphi$) como la relación entre I_R (componente activa) e I (valor total de la corriente), siendo φ el ángulo de fase entre la tensión y la corriente. Con una tensión V dada de fase obtenemos que:

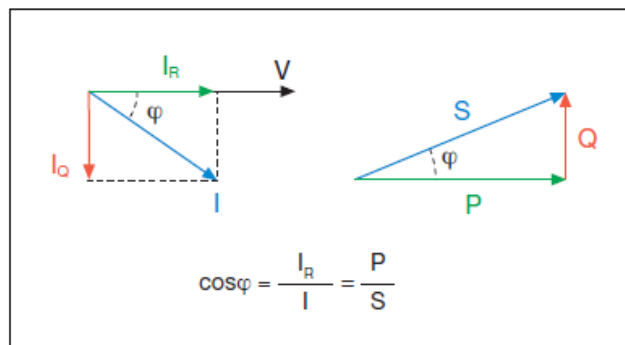


Figura 79. Representación fasorial del factor de potencia

Cuando “corregimos” una instalación actuamos para incrementar el factor de potencia en una sección específica, proporcionando en dicha sección la potencia reactiva necesaria para reducir, a igual potencia útil requerida, el valor de la corriente y, por consiguiente, reducir el valor de la potencia que transita la red aguas arriba. De esta forma, las líneas, los generadores y los transformadores pueden ser dimensionados para un valor de potencia aparente inferior.

Hoy en día no existen normas que indiquen el valor exacto del factor de potencia que debe tener una instalación eléctrica, no obstante, corregir una instalación representa una solución que permite obtener ventajas técnicas y económicas; de hecho, gestionar una instalación con un bajo $\cos\phi$ implica un incremento de los costes para el distribuidor de energía eléctrica, que, consecuentemente, aplica un sistema de tarifas que sanciona el uso de la energía con bajos factores de potencia.

Las disposiciones legales existentes en los distintos países permiten que las compañías eléctricas nacionales puedan crear un sistema de tarifas más o menos detallado, estructurado de forma que la energía reactiva consumida que sobrepase la correspondiente a un $\cos\phi$ igual a 0.9 ha de pagarse según determinados importes que dependen de la tensión del suministro (baja, media o alta) y del factor de potencia. A partir del sistema de tarifas aplicado, el usuario puede determinar los importes que conlleva ese incremento y, por tanto, puede evaluar, frente al coste de una instalación de corrección, el ahorro en relación con el coste de las sanciones.

5.9.2 VENTAJAS TÉCNICAS DE LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Tal y como se explicaba anteriormente, al aplicar la corrección en una instalación, proporcionando localmente la potencia reactiva necesaria, se reduce el valor de la corriente, (a igual potencia útil requerida), y por tanto, la potencia global consumida aguas arriba. Esto conlleva numerosas ventajas, entre ellas, un uso optimizado de las máquinas (generadores y transformadores) y de las líneas eléctricas (transmisión y distribución).

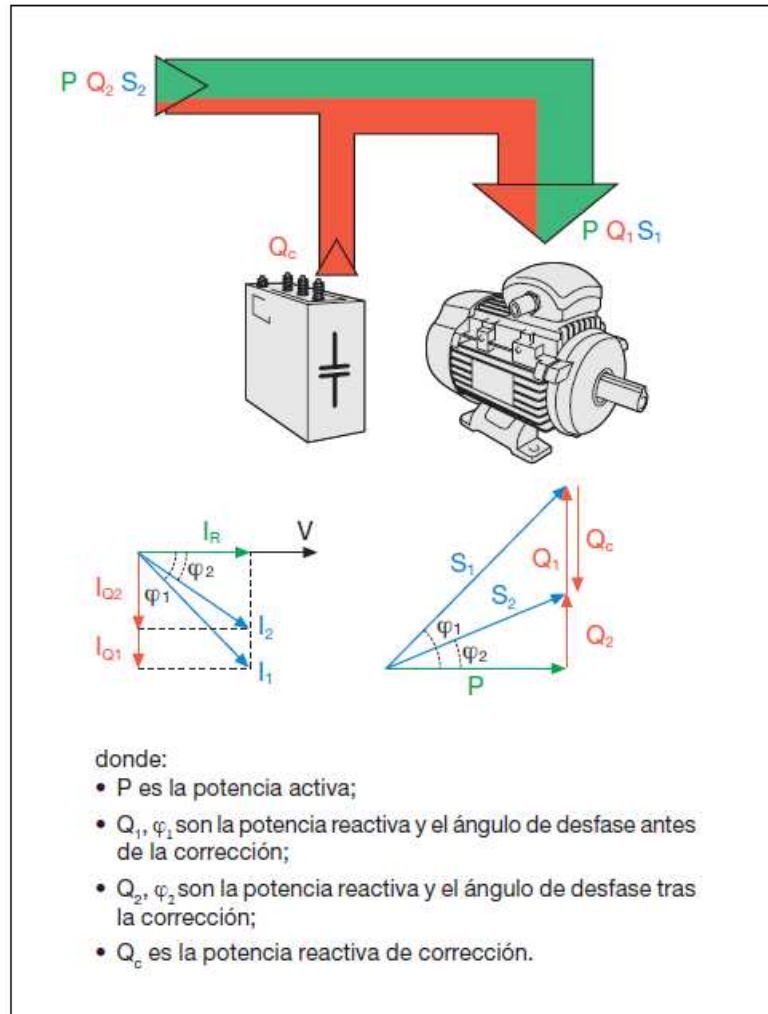


Figura 80. Corrección del factor de potencia

Con todo ello, las ventajas principales de la corrección pueden resumirse en los siguientes puntos.

5.9.2.1 USO OPTIMIZADO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Los generadores y los transformadores son dimensionados a partir de la potencia aparente S . Ésta, a igual potencia activa P , es más pequeña cuanto menor es la potencia reactiva Q suministrada. Por lo tanto, compensando la instalación, las máquinas pueden ser dimensionadas en relación con una potencia aparente inferior, aun proporcionando la misma potencia activa como se aprecia en la tabla 13:

Potencia del transformador [kVA]	Potencia activa transmitida [kW]					
	cosφ					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
63	32	38	44	50	57	63
100	50	60	70	80	90	100
125	63	75	88	100	113	125
160	80	96	112	128	144	160
200	100	120	140	160	180	200
250	125	150	175	200	225	250
315	158	189	221	252	284	315
400	200	240	280	320	360	400
630	315	378	441	504	567	630
800	400	480	560	640	720	800
1000	500	600	700	800	900	1000
1250	625	750	875	1000	1125	1250

Tabla 13. Potencia Activa transmitida según factor de potencia

5.9.2.2 USO OPTIMIZADO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

La corrección del factor de potencia permite obtener ventajas también con respecto al dimensionamiento de los cables. Aumentándolo se reduce la corriente, a igual potencia útil.

Esta reducción de la corriente puede permitir la elección de conductores de sección inferior.

5.9.2.3 REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS

Las pérdidas de potencia en un conductor eléctrico dependen de la resistencia del conductor y del cuadrado de la corriente que lo atraviesa. Dado que a igual potencia activa transmitida, cuanto más alto es el cosφ, más baja es la corriente, al crecer el factor de potencia disminuyen las pérdidas en el conductor ubicado aguas arriba respecto al punto en el que se lleva a cabo la corrección.

5.9.2.4 REDUCCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión concatenada en una línea trifásica puede expresarse del siguiente modo:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot R \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) = \frac{P}{U} (R + X \tan \varphi)$$

Donde:

- R y X son respectivamente la resistencia y la reactancia de la línea
- P es la potencia activa transmitida
- I es la corriente
- U_n es la tensión nominal

A igual potencia activa transmitida, la caída de tensión será menor cuanto mayor sea el factor de potencia.

La variación de tensión es menor (a igual componente activa de corriente de carga y, por tanto, de la potencia activa) cuanto menor es el ángulo φ de desfase entre tensión y corriente; además, esta variación es mínima si no hay algún consumo de potencia reactiva (corriente de fase).

5.9.3 VENTAJAS ECONÓMICAS DE LA REDUCCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Los distribuidores de energía eléctrica aplican un sistema de tarifas que sanciona el consumo de energía con un factor de potencia medio mensual inferior a 0.9

En líneas generales, las cláusulas contractuales de suministro de energía señalan el pago de la energía reactiva recogida si el factor de potencia está comprendido entre 0.7 y 0.9, mientras que no se debe pagar nada si es superior a 0.9.

Para $\cos\varphi < 0.7$, los distribuidores de energía pueden obligar al usuario a realizar la corrección.

Tener un factor de potencia medio mensual superior o igual a 0.9 significa requerir a la red una energía reactiva inferior o igual al 50% de la energía activa:

$$\tan\varphi = \frac{Q}{P} \leq 0,5 \rightarrow \cos\varphi \geq 0,89$$

Es decir, no se aplican sanciones si las exigencias de energía reactiva no superan el 50% de la activa.

Es preciso señalar que la batería de condensadores representa un "coste de instalación" oportunamente repartido en los años de vida de la instalación mediante uno o más coeficientes económicos; en la práctica, el ahorro que se obtiene realizando la corrección permite recuperar el coste de instalación de la batería de condensadores en los primeros años.

5.9.4 CORRECCIÓN AUTOMÁTICA

En la mayor parte de las instalaciones no tiene lugar una absorción constante de potencia reactiva.

En dichas instalaciones se emplean sistemas de corrección automáticos que, por medio de un sistema de detección de tipo varimétrico y de un regulador del factor de potencia, permiten la inserción o la desconexión automática de las diferentes baterías de condensadores, siguiendo de esta forma las variaciones de la potencia reactiva absorbida y manteniendo constante el factor de potencia de la instalación.

Un sistema de corrección automática está compuesto por:

- Sensores que detectan las señales de corriente y tensión
- Una unidad inteligente que compara el factor de potencia medido con el deseado y ejecuta la inserción o la desconexión de las baterías de condensadores en función de la potencia reactiva necesaria (regulador del factor de potencia)
- Un cuadro eléctrico de potencia, que incluye los dispositivos de protección y maniobra
- Baterías de condensadores

Con objeto de proporcionar una potencia lo más cercana posible a la requerida, la inserción de los condensadores tiene lugar de forma escalonada; la precisión de control será mayor cuanto más escalones haya y cuanto más pequeña sea la diferencia entre ellos.

5.9.5 BATERIA DE CONDENSADORES

Se ha previsto una batería de condensadores regulada de 400V 50Hz con un total de 300 KVAR.

Estará instalada en un armario metálico independiente, protegida con fusibles y contra armónicos, en lugar ventilado y seco. Dispondrá de resistencias de protección, regulador tipo Rectimet alimentado desde transformador de intensidad general.

Los conductores de alimentación desde el CGBT estarán dimensionados de acuerdo con las características de la red, potencia instalada, recomendación del fabricante y su carcasa estará puesta a tierra.

Se ha escogido una batería de condensadores del fabricante Circutor, modelo STD12-300-440. Las baterías de condensadores serie STD son equipos diseñados para la compensación de energía reactiva en redes donde los niveles de cargas son

fluctuantes y las variaciones de potencia tienen carencia de segundos, con lo cual la maniobra ha de realizarse mediante contactores.

Su simplicidad de instalación, sumada a la alta tecnología y robustez, hacen de la serie STD el equipo ideal para compensar las instalaciones donde los niveles de carga son fluctuantes.



Figura 81. Batería de condensadores Circutor STD12-300-400

La siguiente tabla, muestra las características eléctricas y mecánicas del modelo descrito anteriormente.

Características eléctricas		
Tensión de empleo		230, 400 V (otras tensiones, consultar)
Tensión de refuerzo (400 V)		440 V
Tolerancia sobre la capacidad		0, ± 10%
Equipo formado por	<ul style="list-style-type: none"> • Condensador CLZ (excepto STD3 y STD4) • Contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida • Protección en cabecera por fusibles con alto poder de corte (APR). Serie NH-00 • Regulador de energía reactiva serie computer m con indicación digital y 6 ó 12 salidas de relé según tipo 	
Suplementos	<ul style="list-style-type: none"> • Interruptor manual en cabecera de batería • Interruptor automático en cabecera de batería • Interruptor automático + Protección diferencial en cabecera de batería • Unidad de ventilación forzada + termostato • Placa de policarbonato contra contactos directos • Autotransformador 400/230 V 	
Nivel de aislamiento		3/ 15 kV
Resistencia de descarga		75 V / 3 minutos
Sobrecarga		1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión		<ul style="list-style-type: none"> • 10% 8 sobre 24 horas • 15% hasta 15 minutos sobre 24 horas • 20% hasta 5 minutos sobre 24 horas • 30% hasta 1 minutos sobre 24 horas
Tensión maniobra contactores		230 V
Condiciones ambientales		
Temperatura clase D	Media diaria	45 °C
	Media anual	35 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80% HR
Altitud		2 000 m
Características mecánicas		
Grado protección		IP 21
Color		RAL 7035 Gris
		RAL 3005 Granate
Condiciones de montaje		
Tipo montaje		Vertical
Ventilación		Natural ó forzada según opciones
Distancia entre condensadores		Mínimo 2 cm

Tabla 14. Características eléctricas y mecánicas de la Batería de Condensadores

kvar	Composición	Interrupor (A) opcional	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
440 V	400 V						
360	300 (10 x 30)	630	240	136	1180 x 1340 x 360	STD12-300-440	R3R707

Tabla 15. Composición y medidas de la Batería de Condensadores

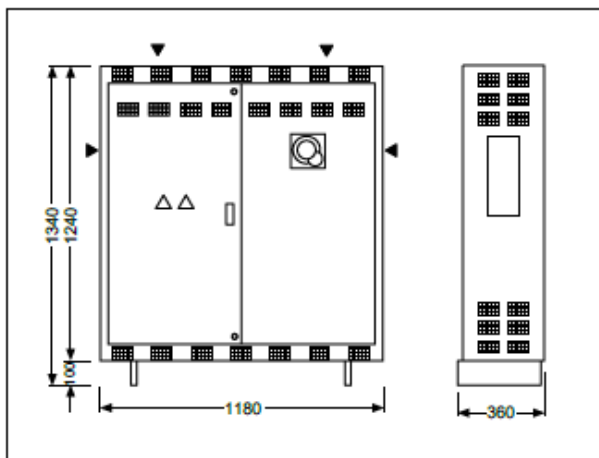


Figura 82. Medidas de la Batería de Condensadores

5.10 PARARRAYOS

No existen dispositivos o métodos capaces de modificar los fenómenos atmosféricos naturales hasta el punto de impedir las descargas de rayos. Los impactos de rayo sobre las estructuras o en sus proximidades (o sobre los servicios conectados a ellas) son peligrosos para las personas, las propias estructuras, su contenido, las instalaciones y los servicios. Esta es la razón por la que son esenciales, en muchos casos, las medidas de protección contra el rayo.

Se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad del edificio. El pararrayos elegido será del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL II con mástil de 5 metros de altura y un radio de acción de 51 metros. Su instalación responderá a las exigencias del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SU 8.

Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en “U”. Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo de 50 mm² que enlazará la cabeza del pararrayos con los 3 electrodos de la propia puesta a tierra, que a su vez se interconectará con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora.

El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetarán las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas.

Para el presente proyecto, se ha escogido un pararrayos del fabricante Cirprotec, modelo Nimbus CPT-1.

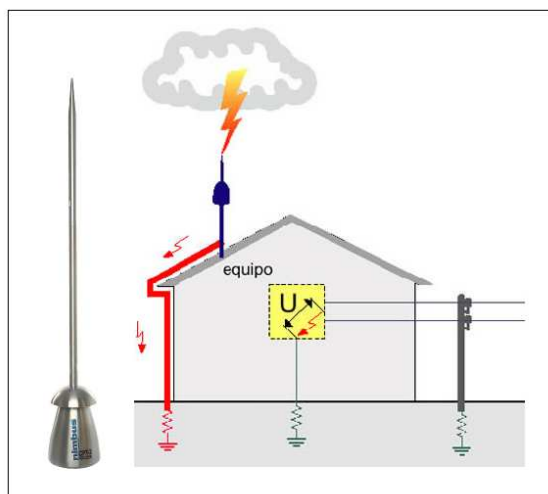


Figura 83. Pararrayos Cirprotec modelo CPT-1

El principio de funcionamiento del pararrayos anteriormente descrito se muestra en la siguiente figura:

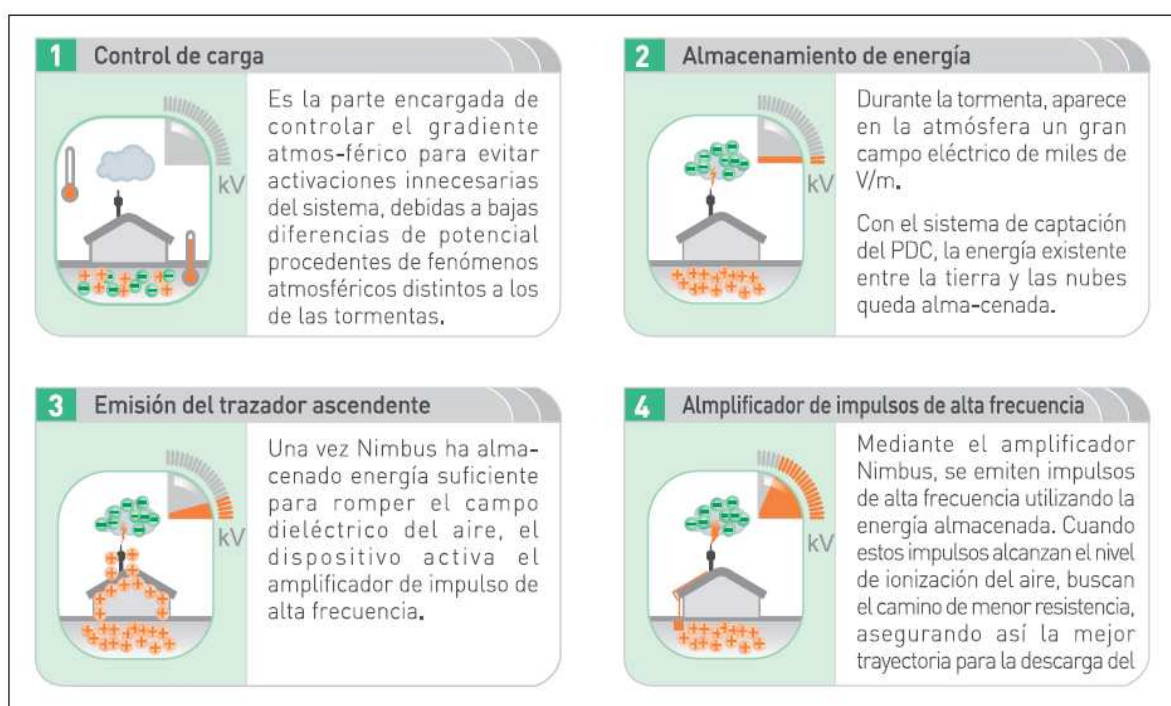


Figura 84. Principio de funcionamiento del pararrayos Cirprotec CPT-1

5.11 GRUPO ELECTRÓGENO

El Grupo Electrónico garantiza el suministro eléctrico frente a problemas que puedan producirse en la red pública. En caso de emergencia es preciso que el grupo responda de una forma segura.

Se instalará en la cubierta del edificio y tendrá una potencia de 250 kVA. La finalidad del grupo electrógeno es lograr la mínima interrupción en el suministro de energía. El grupo se pone automáticamente en marcha al detectar un fallo del suministro de la red.

El equipo automático realiza la transferencia de la carga de red a grupo mediante un equipo conmutador de potencia. El tiempo desde que se produce un corte de red hasta que se restablece el suministro eléctrico con el grupo está normalmente entre 5 y 10 segundos.

Al normalizarse el suministro eléctrico de la red, el equipo automático:

- Desconecta el grupo
- Conecta el consumo a la red
- Detiene el grupo y lo deja disponible para un próximo fallo de la red

Las cargas fundamentales de seguridad que deberá atender serán las de Ascensor de Emergencia, Grupo de Presión de Incendios, cuadro de recepción, cuadro del FIV, sótano, fontanería, zonas técnicas y Racks. El alumbrado de emergencia se resuelve con luminarias autónomas con baterías.

El cableado de alimentación del grupo será RZ1-K (AS+) resistente al fuego. Todas las carcasas metálicas estarán conectadas a la red de puesta a tierra de protección de B.T.

El grupo electrógeno requiere unas condiciones determinadas para su correcto funcionamiento y conservación.

En primer lugar es necesario colocar el grupo en un lugar que no perjudique el funcionamiento de todos los elementos, que permita un acceso adecuado a todos sus componentes, que respete ciertas reglas de seguridad, limite el ruido y proporcione protección contra la intemperie.

Será necesario colocar el grupo sobre una superficie y sustentarlo de alguna forma. Los gases de escape producidos en el funcionamiento del grupo deben ser canalizados apropiadamente, de forma que no haya recirculación a la admisión, y no haya problemas de seguridad a causa de las superficies calientes.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente descrito, se ha escogido un grupo electrógeno del fabricante Taigüer modelo TG250T con las siguientes características:

- Revoluciones / Frecuencia: 1500rpm / 50Hz
- Potencia Principal: 200kw / 250kva

- Voltaje, Fases, Cableado: 400/230v, 3 fases, 4 cables
- Factor Potencia: 1/220 0.8/380
- Dimensiones (L*W*H): 3800*1400*1800 mm
- Peso: 2520kg
- Características Motor: refrigerado por agua, 6 cilindros,
- Máxima Potencia: 243kw
- Consumo: (g/kw.h) 210
- Refrigeración: refrigerado por agua
- Sistema Arranque: eléctrico 24v con batería
- Ajuste Velocidad Motor: mecánico
- Nivel Sonoro (A) a 7m: ≤ 96 dba
- Autoexcitado: sin escobillas
- Tipo Aislamiento: H
- Tipo Protección: IP23
- Tipo Conexión: re-conectable
- Regulación Voltage: $\leq 1.5\%$
- Dispersión Onda: $< 1.5\%$



Figura 85. Grupo electrógeno Tigüer de 250 kVA

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. INSTALACIÓN DE ALTA TENSION	144
1.1 INTENSIDADES A PLENA CARGA.....	145
1.1.1 INTENSIDAD NOMINAL EN ALTA TENIÓN	145
1.1.2 INTENSIDAD NOMINAL EN BAJA TENSIÓN.....	146
1.2 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	147
1.2.1 CORTOCIRCUITO EN ALTA TENSIÓN.....	147
1.2.2 CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSIÓN	148
1.3 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO EN ALTA TENSIÓN.....	150
1.3.1 INTENSIDAD NOMINAL MÁXIMA ADMISIBLE	150
1.3.2 FRECUENCIA PROPIA DE OSCILACIÓN DEL EMBARRADO	150
1.3.3 SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	151
1.3.4 SOLICITACIÓN TÉRMICA	154
1.3.5 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	154
1.4 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN	156
1.5 ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	157
1.6 ACOMETIDA DESDE EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	160
1.7 PUENTES DE MEDIA TENSIÓN	162
1.8 PUESTAS A TIERRA	163
2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	163
2.1 MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO	163
2.2 HOJA DE CÁLCULO.....	167
2.3 INTERPRETACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO.....	171
2.4 CÁLCULO DE LÍNEAS PARA DISTRIBUCIONES EN PLANTAS.....	181
2.5 CÁLCULO DE BARRAJES EN EL C.G.B.T	188
2.6 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	197

2.6.1	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	197
2.6.2	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO	198
2.6.3	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.....	198
2.6.4	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS	201
2.6.5	CÁLCULO EN EL EXTERIOR DE LAS INSTALACIONES.....	202
2.6.6	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN	203
2.6.7	CÁLCULO DE LAS TENSIONES MÁXIMAS APLICADAS.....	203
2.6.8	TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.....	205
2.6.9	RED DE P.A.T. DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO	205
2.6.10	RED DE P.A.T. PARA PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN	207
2.6.11	ENLACE ENTRE LAS REDES DE TIERRA ESTABLECIDAS.....	207
2.6.12	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	208
3.	CÁLCULO DEL PARARRAYOS.....	209
3.1	PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN	209
3.2	TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO	212
3.3	CÁLCULO DEL VOLUMEN PROTEGIDO MEDIANTE PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO.....	213
4.	CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES	215
5.	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	215

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Centro de transformación y seccionamiento
- Figura 2. Momento flector máximo en viga biempotrada
- Figura 3. Dimensionamiento de la ventilación del transformador
- Figura 4. Constitución del cable HEPRZ1 de Iberdrola
- Figura 5. Acometida desde el CT al CS
- Figura 6. Puentes de Media Tensión
- Figura 7. Esquema de puesta a tierra TN-S
- Figura 8. Reducción del primario al secundario del transformador
- Figura 9. Esquema de verticales
- Figura 10. Cable RHZ1 en Cobre y Aluminio
- Figura 11. Interruptor Vigicompact NSX100
- Figura 12. Circuito equivalente de una línea corta
- Figura 13. Línea del CGBT al CS de la planta sótano (4x25+TT)
- Figura 14. Cable H07Z1-R
- Figura 15. Selectividad amperimétrica
- Figura 16. Selectividad cronométrica
- Figura 17. Orden de fases y distancia mínima entre pletinas
- Figura 18. Dimensiones mínimas de las pletinas de entrada
- Figura 19. Interruptor Seccionador Compact NS1000N
- Figura 20. Disposición de las barras de fondo de armario
- Figura 21. Disposición del barraje en el CGBT
- Figura 22. Momento flector en una viga biempotrada
- Figura 23. Puesta a tierra mediante cable de cobre desnudo
- Figura 24. Puente de comprobación
- Figura 25. Contacto indirecto en esquema TN-S
- Figura 26. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno
- Figura 27. Cabeza captadora Nimbus CPT-1
- Figura 28. Volumen protegido por un pararrayos con dispositivo de cebado
- Figura 29. Flujo luminoso
- Figura 30. Iluminancia
- Figura 31. Detalles técnicos de la luminaria Trilux Enterio M73 RMV

Figura 32. Documentación técnica obtenida del software Dialux

Figura 33. Esquema control de iluminación en pasillos

LISTADO DE TABLAS

- Tabla 1. Características del transformador
- Tabla 2. Poder de corte de la aparamenta en Alta Tensión
- Tabla 3. Densidades de corriente máximas admisibles
- Tabla 4. Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en los conductores en kA
- Tabla 5. Intensidades máximas permanentes admisibles
- Tabla 6. Características del cable RHZ1 del fabricante General Cable
- Tabla 7. Temperaturas máximas para cables aislados con aislamiento seco
- Tabla 8. Intensidades admisibles
- Tabla 9. Intensidades admisibles para distintas composiciones de cable
- Tabla 10. Gama Vigicompact NSX100 según calibre de regulación
- Tabla 11. Conductividades para el cobre y el aluminio
- Tabla 12. Límites de caída de tensión reglamentarios
- Tabla 13. Código de colores para cables multiconductores
- Tabla 14. Valores de la constante K
- Tabla 15. Relación entre conductores de protección y fase
- Tabla 16. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos
- Tabla 17. Coeficiente de corrección F para temperaturas ambiente distintas a 40 °C
- Tabla 18. Cuadros de Baja Tensión normalizados por Iberdrola
- Tabla 19. Secciones mínimas de las pletinas de cobre
- Tabla 20. Características eléctricas del Seccionador
- Tabla 21. Tipos de barras
- Tabla 22. Número se soportes
- Tabla 23. Resistividad de diferentes terrenos
- Tabla 24. Parámetros característicos de los electrodos de puesta a tierra
- Tabla 25. Valores del coeficiente C_1
- Tabla 26. Valores del coeficiente C_2
- Tabla 27. Valores del coeficiente C_3
- Tabla 28. Valores del coeficiente C_4
- Tabla 29. Valores del coeficiente C_5
- Tabla 30. Nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida
- Tabla 31. Distancia D
- Tabla 32. Características de Nimbus CPT-1

Tabla 33. Coeficientes de reflexión

Tabla 34. Índice del local

Tabla 35. Valores de eficiencia energética límite

1. INSTALACIÓN DE ALTA TENSION

Los cálculos eléctricos de la parte de alta tensión del proyecto, están referidos al diseño del centro de transformación y seccionamiento.

De este modo, se realizarán los cálculos necesarios para el dimensionamiento del embarrado de Alta Tensión, la acometida del centro de seccionamiento al Centro de Transformación así como los puentes en Media Tensión. La figura 1, muestra las distintas partes del centro de transformación y seccionamiento.

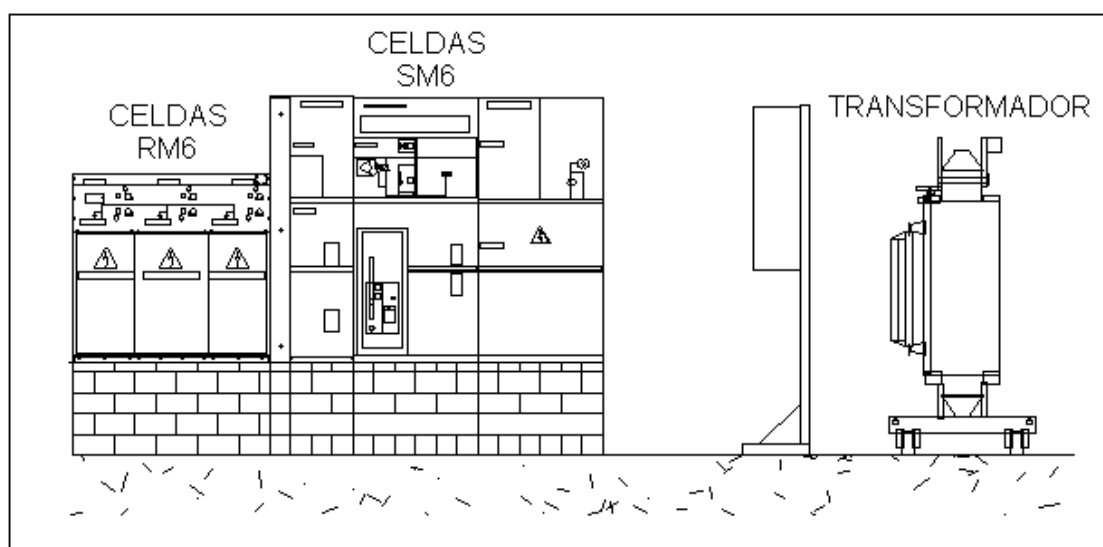


Figura 1. Centro de Transformación y Seccionamiento

Se dispone de un Centro de Transformación, dotado de un transformador de 630 kVA, cuya construcción está condicionada por la normativa correspondiente debidamente admitida por la compañía suministradora.

Las principales características del transformador, que utilizaremos en los cálculos, las hemos adquirido de la tabla 1, que a su vez se ha obtenido del catálogo del fabricante Schneider Electric. Estas características son:

- Potencia Asignada: 630 kVA
- Tensión Primaria asignada: 15 kV
- Tensión del secundario en vacío: 420 V
- Pérdidas (a 75 °C): 6800 W
- Tensión de cortocircuito: 6%

Trilhal - Normas UNE 21538-1 monotensión primaria 20 kV y doble tensión primaria 13,2/20 kV y 15/20 kV - Aislamiento 24 kV ⁽¹⁾ - Pérdidas CENELEC - U CC 6%													
Potencia asignada (kVA) ⁽²⁾	160	250	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	
Tensión primaria asignada (kV)	20 o 13,2/20 o 15/20												
Nivel de aislamiento asignado (kV)	24												
Tensión secundaria en vacío (V)	420												
Grupo de conexión	Dyn 11												
Pérdidas (W)	en vacío	650	880	1.030	1.200	1.400	1.650	2.000	2.300	2.800	3.100	4.000	5.000
Debidas a la carga	a 75 °C	2.350	3.300	4.000	4.800	5.700	6.800	8.200	9.600	11.400	14.000	17.400	20.000
	a 120 °C	2.700	3.800	4.600	5.500	6.500	7.800	9.400	11.000	13.100	16.000	20.000	23.000
Tensión de cortocircuito (%)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Corriente de vacío (%)		2,3	2	1,8	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1
Corriente transitoria de conexión	Ie/In valor de cresta	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5
	Constante de tiempo	0,13	0,18	0,2	0,25	0,25	0,26	0,3	0,3	0,35	0,4	0,4	0,5
Caída de tensión a plena carga (%)													
	Cos φ = 1	a 75 °C	1,64	1,49	1,44	1,37	1,31	1,25	1,20	1,14	1,09	1,05	0,98
		a 120 °C	1,85	1,69	1,63	1,55	1,47	1,41	1,35	1,27	1,22	1,18	1,10
	Cos φ = 0,8	a 75 °C	4,74	4,64	4,61	4,57	4,53	4,49	4,45	4,41	4,38	4,35	4,30
		a 120 °C	4,87	4,77	4,73	4,68	4,63	4,59	4,55	4,50	4,47	4,44	4,38
Rendimiento (%)	Cos φ = 1	a 75 °C	98,16	98,355	98,428	98,522	98,6	98,676	98,741	98,824	98,877	98,943	98,941
		a 120 °C	97,95	98,16	98,24	98,35	98,44	98,52	98,60	98,69	98,74	98,82	98,81
Carga 100%	Cos φ = 0,8	a 75 °C	97,71	97,95	98,04	98,16	98,26	98,35	98,43	98,53	98,60	98,68	98,68
		a 120 °C	97,45	97,71	97,81	97,95	98,06	98,16	98,25	98,36	98,43	98,53	98,52
Carga 75%	Cos φ = 1	a 75 °C	98,38	98,56	98,63	98,72	98,79	98,85	98,91	98,98	99,03	99,09	99,09
		a 120 °C	98,22	98,42	98,49	98,59	98,67	98,74	98,80	98,88	98,93	99,00	98,99
	Cos φ = 0,8	a 75 °C	97,99	98,21	98,29	98,40	98,49	98,57	98,64	98,73	98,79	98,87	98,86
		a 120 °C	97,79	98,03	98,12	98,24	98,34	98,43	98,50	98,61	98,66	98,76	98,75
Ruido ⁽³⁾	Potencia acústica L _{wa}	62	65	67	68	69	70	72	73	75	76	78	81
dB (A)	Presión acústica L _{pa} a 1 metro	50	53	55	55	56	57	59	60	61	62	63	66
(1) Resumen de niveles de aislamiento según UNE-EN 60076.													
(2) Sombreadas las potencias preferentes según UNE 21538.													
(3) Medidas según UNE 21315.													
* La potencia asignada está definida en refrigeración natural por aire (AN). En condiciones particulares se puede aumentar un 40% añadiendo ventilación forzada (AF). Consultarnos.													
Tensión más elevada para el material (kV)									7,2	12	17,5	24	36
kVef 50 Hz- 1 min									20	28	38	50	70
kV choque, 1,2/50 μs									60	75	95	125	170

(1) Resumen de niveles de aislamiento según UNE-EN 60076.
(2) Sombreadas las potencias preferentes según UNE 21538.
(3) Medidas según UNE 21315.
* La potencia asignada está definida en refrigeración natural por aire (AN). En condiciones particulares se puede aumentar un 40% añadiendo ventilación forzada (AF). Consultarnos.

Tabla 1. Características del transformador

De la página web de Iberdrola, que es la compañía suministradora, se han obtenido las características eléctricas de la acometida, que necesitamos para realizar los diferentes cálculos del diseño de la instalación en Alta Tensión:

- Tensión nominal: 20 kV
- Potencia de Cortocircuito: 350 MVA
- Sistema de puesta a tierra del neutro: Reactancia limitadora para 500 A
- Intensidad máxima de defecto: 500 A
- Tiempo máximo de disparo: 0,5 segundos

1.1 INTENSIDADES A PLENA CARGA

La intensidad a plena carga es la que toma el transformador cuando desarrolla su potencia nominal y se indica por lo general en su placa de características. Los valores de corriente a plena carga para las máquinas eléctricas se dan por lo general en tablas, para los fines del cálculo de las instalaciones eléctricas.

1.1.1 INTENSIDAD NOMINAL EN ALTA TENIÓN

La intensidad nominal es la intensidad de trabajo, aquella para la que un aparato eléctrico, en este caso un transformador, está diseñado para trabajar.

Dicho de otro modo, es la corriente que se debe suministrar para que una unidad funcione en su punto de funcionamiento nominal, es decir, para su punto óptimo de rendimiento.

En un sistema trifásico, la intensidad nominal en el primario del transformador viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en kVA

U = Tensión compuesta primaria en kV

I_p = Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo los valores obtenidos en el punto 1, la intensidad en el primario del transformador nos da un valor de:

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15} = 24,25 \text{ A}$$

1.1.2 INTENSIDAD NOMINAL EN BAJA TENSIÓN

La intensidad nominal en el secundario del transformador, se calcula con la misma expresión que para el primario con la diferencia de que hay que restarle las pérdidas del transformador a la potencia nominal de este.

En un transformador eléctrico, al igual que en todas las máquinas eléctricas, hay pérdidas de potencia. Por tratarse de una máquina estática, no existen pérdidas de potencia de origen mecánico y éstas se reducen a las del hierro del circuito magnético y las del cobre de los bobinados.

De la tabla 1, hemos obtenido el dato de las pérdidas totales del transformador, que son 6.800 W.

De forma que la intensidad nominal en el secundario del transformador, vendrá dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en kVA

W_{fe} = Pérdidas en el hierro

W_{cu} = Pérdidas el cobre

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios

I_s = Intensidad secundaria en Amperios

Sustituyendo los valores, la intensidad en el secundario del transformador es de:

$$I_s = \frac{630 - 6.8}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 899.51 \text{ A}$$

1.2 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

El cortocircuito es una conexión de poca impedancia entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial, dando lugar a una corriente de intensidad muy elevada, llamada intensidad de cortocircuito.

Las causas del cortocircuito son principalmente fallos de aislamiento de la instalación o fallos en los receptores conectados, por avería o conexión incorrecta. Sus efectos pueden ser:

- TÉRMICOS:

La corriente muy elevada produce calentamiento de los conductores por efecto Joule. En el cortocircuito, por su pequeña duración, el calor producido se utiliza exclusivamente en elevar la temperatura del conductor (que alcanza su temperatura máxima admisible en milisegundos) sin ceder calor al exterior, provocando la destrucción del conductor.

- ELECTRODINÁMICOS:

Las fuerzas de atracción o repulsión que aparecen entre conductores por efecto del campo magnético creado a su alrededor por la corriente que los recorre, son directamente proporcionales al producto de esas corrientes e inversamente proporcionales a la distancia entre conductores. Las corrientes de cortocircuito, de valor muy elevado, hacen que estas fuerzas electrodinámicas sean también muy elevadas, pudiendo destruir las barras de conexión.

1.2.1 CORTOCIRCUITO EN ALTA TENSIÓN

La intensidad de cortocircuito en el lado de alta del transformador, la obtenemos a partir del dato de la potencia de cortocircuito de la red, facilitada por Iberdrola, que en este caso es de 350 MVA.

Tenemos que la Potencia de cortocircuito en el lado de Alta viene dado por la expresión:

$$S_{cc} = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_{cc1}$$

Donde:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito en MVA

U_1 = Tensión compuesta primaria en kilovoltios

I_{cc1} = Corriente de cortocircuito trifásico en A.T. , en kA eficaces

Como tenemos el dato de la Potencia de cortocircuito, facilitado por la compañía, podemos despejar la corriente de cortocircuito de la expresión anterior, quedando de la siguiente forma:

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

Sustituyendo los valores, la intensidad de cortocircuito en primario del transformador es de:

$$I_{cc1} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 15} = 13.47 \text{ kA}$$

Como podemos observar más abajo en la tabla 2, la aparatenta prevista para el lado de Alta Tensión, tiene un poder de corte en cortocircuito de hasta 16kA eficaces, por lo tanto, la intensidad de cortocircuito en el primario del transformador es válida.

Interrupor automático D4		
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾	400	400
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾	16	16
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)	16	16
Poder de cierre (kA cresta)	40	40

Tabla 2. Poder de corte de la aparatenta de Alta Tensión

1.2.2 CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSIÓN

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión, la calcularemos con la expresión utilizada para un transformador, que es:

$$I_{cc2} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot U_2}$$

Donde:

I_{cc2} = Corriente de cortocircuito en Baja Tensión dada en kA

S = Potencia del transformador en kVA

U_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador dada en %

U_2 = Tensión compuesta Secundaria en Voltios a plena carga

La fórmula anterior la hemos obtenido a partir de la expresión general de la potencia del transformador y del ensayo de cortocircuito del mismo. Lo desarrollamos a continuación.

Uno de los propósitos del ensayo de cortocircuito, es el de conocer las pérdidas de voltaje cuando el transformador está trabajando a corriente nominal. Gracias al ensayo de cortocircuito, obtenemos siguiente expresión:

$$I_{2n} = I_{cc2} \cdot \frac{U_{cc}}{100}$$

Donde:

I_{2n} = Intensidad nominal en el secundario del transformador

I_{cc2} = Corriente de cortocircuito en el secundario del transformador

U_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador dada en %

Se llama tensión de cortocircuito de un transformador a la tensión expresada en % de la nominal, a la que es preciso aplicar al primario para hacer circular la corriente nominal I_{2n} por el secundario, estando este en cortocircuito. Este valor lo podemos ver en la tabla 1 (características del transformador).

Si sustituimos la expresión anterior en la fórmula general de la potencia del transformador, nos queda:

$$S = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_{2n} \rightarrow S = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_{cc2} \cdot \frac{U_{cc}}{100}$$

Despejamos la corriente de cortocircuito por el secundario (I_{cc2}) que es la que se desea conocer y nos queda la expresión que se expuso al principio de este punto.

Sustituyendo los valores en la expresión obtenida nos queda que la corriente de cortocircuito en el lado de Baja Tensión es de:

$$I_{cc2} = \frac{100 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 400} = 15.15 \text{ kA}$$

Vemos que en este caso la corriente de cortocircuito será 15,16 kA en bornas de Baja Tensión del transformador. Si se considera la línea de Baja Tensión de enlace con el barraje del CGBT y la línea de Alta Tensión, su valor será inferior. En los cálculos justificativos de BT se facilita este dato.

1.3 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO EN ALTA Tensión

Del catálogo del fabricante, se obtiene que el embarrado de las celdas compactas está constituido por tramos en forma omega de 375 mm de longitud, de barra cilíndrica de cobre semiduro F20.

La separación entre las barras y entre aisladores en un conjunto compacto (separación entre fases) es de 70 mm.

Las principales características del embarrado, las podemos ver en la tabla 2 del presente documento. Dichas características son:

- Intensidad nominal: 400 A
- Limite térmico: 16 kA ef (1 seg.)
- Limite electrodinámico: 40 kA cresta

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

1.3.1 INTENSIDAD NOMINAL MÁXIMA ADMISIBLE

El embarrado de las celdas a instalar, deberá estar dimensionado para soportar la intensidad nominal que circulará por el lado de Alta Tensión. En el punto 1.1.1, se ha obtenido un valor de 24,25 A de corriente que circulará por el embarrado de dichas celdas.

Los principales fabricantes de celdas tienen normalizados los valores de 400 y 630 A de intensidad nominal. En este caso, si nos fijamos en la tabla 2 de características de las celdas en el documento *memoria descriptiva*, las celdas instaladas son de 400 A por lo que son válidas para la intensidad calculada.

1.3.2 FRECUENCIA PROPIA DE OSCILACIÓN DEL EMBARRADO

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia, doble que la de las corrientes que los crean, se ha de elegir una distancia entre apoyos de los embarrados, tal que, en función de la barra escogida, que en este caso es un tubo de diámetro exterior de 2,4 cm, de un cociente entre ambas frecuencias que debe diferir sensiblemente de 1, 2 y 3.

La expresión por la que se rige esta frecuencia de oscilación es:

$$f = 50 \times 10^4 \cdot \frac{b}{L^2}$$

Donde:

b = Longitud en cm de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo (en este caso 2,4 cm).

L = Longitud en cm medida entre apoyos del embarrado (en este caso 37,5 cm).

Si sustituimos los valores en la fórmula anterior, la frecuencia de oscilación propia será:

$$f = 50 \times 10^4 \cdot \frac{2.4}{37.5^2} = 853.33$$

Ahora pasamos a compararla con la frecuencia de red para ver si el cociente entre ambas es aceptable:

$$\frac{f_{op}}{f_{red}} = \frac{853.33}{50} = 17.06$$

Como puede verse, estamos muy lejos de posibles resonancias ya que el cociente entre ambas frecuencias difiere de los valores de riesgo.

1.3.3 SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

El esfuerzo electrodinámico que se desarrollará en el embarrado, viene dado por la expresión:

$$F = 2 \times 10^{-8} \frac{I_{cc}^2 \cdot L}{d}$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en kg

I_{cc} = Intensidad cresta de cortocircuito en Amperios

d = Separación entre fases en metros

L = Longitud tramos embarrado en metros

La intensidad de cresta de cortocircuito la obtenemos de la tabla 2 del presente documento. La longitud de los tramos de embarrado y la separación entre barras, las tenemos en el catálogo del fabricante de las celdas, Schneider Electric:

- Longitud de las barras: 375 mm

- Separación entre barras: 70 mm

Sustituyendo en la expresión, nos queda que el esfuerzo electrodinámico al que se someten las barras en un cortocircuito de 40 kA (cresta) es de:

$$F = 2 \times 10^{-8} \frac{(40.000)^2 \cdot 0.375}{0.07} = 171,43 \text{ Kg}$$

Una vez obtenida la fuerza, esta nos permitirá realizar el cálculo del momento flector máximo que sufre el embarrado. Para ello, consideraremos las barras como vigas empotradas en los extremos (en los aisladores de apoyo) como se muestra en la figura 2:

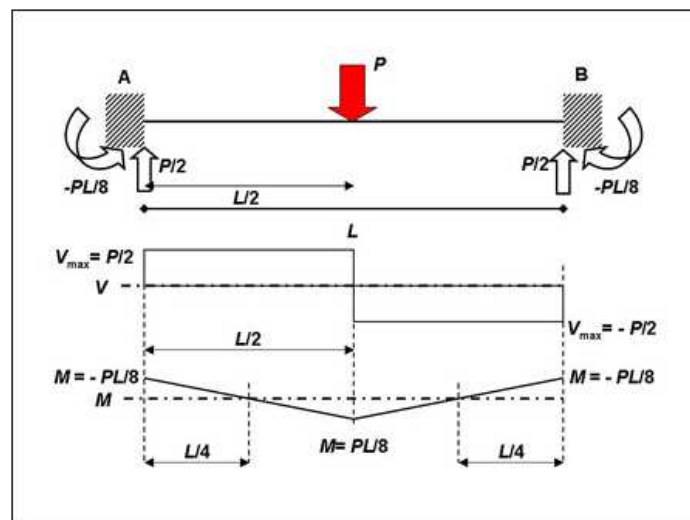


Figura 2. Momento flector en una viga biempotrada

Por lo tanto, el momento flector máximo en las barras será:

$$M_{\max} = \frac{F \cdot L}{8} = \frac{171,43 \cdot 375}{8} = 8035.78 \text{ Kg} \cdot \text{mm}$$

Donde:

M_{\max} = Momento flector máximo en las barras en Kg x mm

F = Fuerza resultante en kg

L = Longitud tramos embarrado en metros en mm

Pasamos ahora a calcular el momento resistente de las barras. La expresión que nos da el momento resistente de una barra circular es la siguiente:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Donde:

W = Momento resistente de la barra en mm^3
 d = diámetro de la barra en mm

Sustituyendo los valores en la expresión anterior, obtenemos un momento resistente en el embarrado de Alta Tensión de:

$$W = \frac{\pi \cdot 24^3}{32} = 1357,17 \text{ mm}^3$$

Una vez calculado el momento flector máximo y el momento resistente del embarrado, podemos hallar la tensión máxima a la que se someten las barras para poder comparar esta con las características mecánicas del cobre, que es del material que están construidas.

La tensión máxima viene dada por:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W}$$

Donde:

σ_{max} = Tensión máxima que sufre el embarrado en Kg/mm^2
 M_{max} = Momento flector máximo
 W = Momento resistente máximo

Sustituyendo los valores obtenidos anteriormente en la expresión, obtenemos una tensión máxima de:

$$\sigma_{max} = \frac{8035,78}{1357,17} = 5.92 \text{ kg/mm}^2$$

Si comparamos el valor de la tensión obtenida con las propiedades mecánicas del cobre que son:

- Resistencia a la tracción: 21 kg/mm^2
- Fatiga a la rotura: 28 kg/mm^2

Se aprecia que el valor máximo de la tensión sufrida por el embarrado de Alta tensión está muy por debajo de los límites mecánicos del cobre.

1.3.4 SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina de acuerdo a la norma UNE-20099 (Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 72,5 kV) por la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\delta}}$$

Donde:

S = Sección de cobre en mm^2 , que en este caso con $452,4 \text{ mm}^2$ (Radio = 2,4 cm)

α = 13 para el cobre

t = Tiempo de duración del cortocircuito en segundos. En este caso 1 seg.

I = Intensidad eficaz en Amperios

δ = Elevación o incremento máximo de temperatura. 180° para conductores inicialmente a t^a ambiente. Reducimos el valor de δ en 30°C , por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal.

Si despejamos la intensidad de la expresión anterior que es la que nos interesa y sustituimos los valores, nos queda una intensidad de cortocircuito de:

$$I = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\delta}{t}} = 13 \cdot 452,4 \cdot \sqrt{\frac{150}{1}} = 72 \text{ kA}$$

Comprobamos que se cumple el criterio de diseño mediante solicitud térmica ya que la intensidad obtenida es mayor que la de protección, que es de 16 kA durante 1 segundo.

1.3.5 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal sin sobrepasar la densidad de corriente máxima admitida por el material.

Según el Reglamento de líneas aéreas de alta tensión, en su artículo 22, las densidades de corriente máximas en régimen permanente, no sobrepasarán los valores de la siguiente tabla:

Sección nominal mm^2	Densidad de corrientes Amperios/ mm^2		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Tabla 3. Densidades de corriente máximas admisibles

La densidad de corriente viene dada por la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{I_n}{S}$$

Donde:

δ = Densidad de corriente del conductor en A/mm^2

I_n = Intensidad nominal en Amperios, del embarrado, en este caso 400 A (tabla 2)

S = Sección en mm^2 del embarrado, en este caso $452,4 \text{ mm}^2$

Sustituyendo los valores en la expresión anterior, obtenemos una densidad de corriente en las barras de:

$$\delta = \frac{I_n}{S} = \frac{400}{452} = 0,88 \text{ A/mm}^2$$

Si observamos la tabla 3, vemos que la densidad máxima admitida para la sección de nuestras barras es de $2,30 \text{ A}$, valor muy por encima de la densidad que sufrirán dichas barras a su corriente nominal.

1.4 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

Consiste en la determinación de la altura y las secciones de los orificios de ventilación. La ventilación del local o de la envolvente tiene por objeto disipar por convección natural o forzada las calorías producidas por las pérdidas totales del transformador en funcionamiento.

Una correcta ventilación se consigue con un orificio de entrada de aire fresco y limpio de sección “S” en la parte inferior del local y de un orificio de salida de aire “S’” situado en la parte superior, en la pared opuesta del local y a una altura H del orificio de entrada, como se muestra en la figura 3:

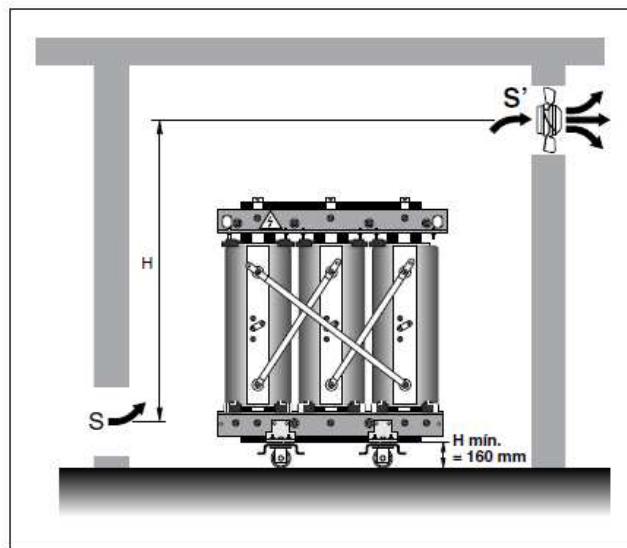


Figura 3. Dimensionamiento de la ventilación del transformador

Para garantizar una ventilación eficaz del transformador mediante una circulación de aire suficiente, es obligatorio mantener una altura mínima de 150 mm bajo la parte inferior en tensión, colocando las ruedas del transformador o en su defecto una altura equivalente.

Debe observarse que una circulación de aire restringida conlleva una reducción de la potencia nominal del transformador.

La ventilación forzada, es necesaria en caso de locales pequeños, mal ventilados, que tengan una temperatura media superior a 20 °C o en caso de sobrecargas frecuentes del transformador.

El ventilador se puede controlar con termostato y funcionará como extractor, en la parte superior del local.

Debido a la mala ventilación y al tamaño del centro de transformación tratado en el presente proyecto, se ha optado por un sistema de ventilación forzada. Para el

cálculo del caudal de aire necesario para la ventilación (a 20 °C) se aplicara la siguiente expresión:

$$Q = P \times 0,1$$

Donde:

Q = Caudal del aire necesario para la ventilación expresado en m³/seg

P = Suma de las pérdidas en vacío y en carga del transformador expresada en kW a 120 °C (Tabla 1)

Sustituyendo los valores, obtenemos un caudal necesario para la ventilación de:

$$Q = 7,8 \times 0,1 = 0,78 \text{ m}^3/\text{seg}$$

1.5 ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

La compañía suministradora permitirá la conexión del centro de transformación a 20 KV con conductores de características determinadas por ella, que se conectarán directamente a las celdas de entrada y salida. Estas celdas estarán construidas bajo normas que garantizan el cumplimiento de las condiciones de tensiones nominales y de pruebas, exigidas. Asimismo cumplirán las condiciones exigidas para las intensidades nominales y de cortocircuitos calculadas anteriormente.

Fijándonos en la normativa de Iberdrola, que es la compañía suministradora, NI 56.43.01 referida a “Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 18/30 kV”, podemos calcular el cable que se necesitará en la acometida al centro de transformación del centro médico.

En la tabla siguiente, se encuentran las intensidades de cortocircuito máximas admisibles por los conductores según su sección:

Sección mm ²	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	2,9	2,7
150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,6	30,8	26,4	23,6	21,6

Tabla 4. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA

En el punto 1.2.1 del presente documento hemos calculado una intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión de 13,47 kA, con una duración de 1 segundo. Por lo tanto, una sección de la acometida de 150 mm² sería válida.

Por otro lado, si nos fijamos en la tabla 5, de intensidades máximas permanentes admisibles:

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible (A)	
	Al aire	Enterrada
50	160	--
150	345	330
240	470	435
400	630	560

Tabla 5. Intensidades máximas permanentes admisibles

Vemos que para la sección escogida de 150 mm² se cumple el criterio, ya que según lo calculado en el punto 1.1.1 la intensidad máxima en servicio permanente es de 24,25 A.

La constitución del cable, se muestra en la figura 4.

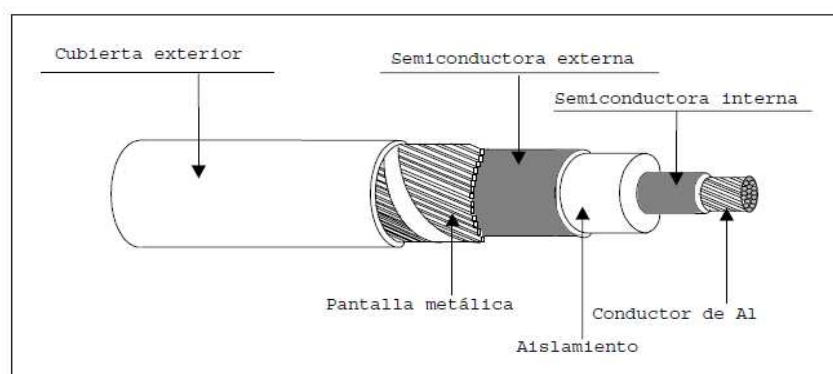


Figura 4. Constitución del cable HEPRZ1 de Iberdrola

Las características constructivas del cable citado se describen a continuación:


- CONDUCTOR: Estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.
- AISLAMIENTO: Estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado "triple extrusión".
 - Tipo de aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
 - Espesor: Estará en función del gradiente de potencial eléctrico máximo "El gradiente del potencial eléctrico a la tensión asignada U_0 debe ser inferior o igual a 4 kV/mm a nivel de pantalla sobre el conductor e inferior o igual a 2,4 kV/mm sobre el aislamiento"

- Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C
- Temperatura máxima en cortocircuito en máximo 5 segundos: 250°C
- **PANTALLA SOBRE EL CONDUCTOR:** Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sólo para las secciones mayores será opcional el colocar una cinta semiconductor entre el conductor y la capa semiconductor extruida.
- **PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO:** La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm, según el apartado 4.3.3 de la norma UNE HD 620-1. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres, según el apartado 4.8 de la norma UNE HD 620-1.
- **CUBIERTA EXTERIOR:** Estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), según el apartado 4.9 de la UNE HD 620-1, de color rojo. Su espesor nominal, según el apartado 4.9.3 de la UNE HD 620-1.
- **PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:** En su composición, el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%. Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Para el proyecto, el cable anteriormente descrito se ha escogido del fabricante General Cable. Su tabla de características es la siguiente:

VULPREN (IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO) HEPRZ1 AI H-16 TENSIÓN: 12/20 kV

General Cable



	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	40°C A	25°C A	XL Ohm/km	C μF/km
1310114	50	17,5	25,4	725	385	180	145	0,138	0,213
1310115	70	19,2	28,1	865	425	225	180	0,13	0,242
1310116	95	20,7	29,7	975	445	275	215	0,123	0,269
1310117	120	22,5	31,5	1095	475	320	245	0,118	0,3
1310118	150	23,7	32,7	1200	490	380	275	0,114	0,32
1310119	185	25,1	34,1	1370	515	415	315	0,11	0,344
1310120	240	27,8	36,8	1570	555	495	365	0,105	0,39
1310121	300	29,9	38,9	1780	585	565	410	0,101	0,428
1310122	400	32,6	41,6	2110	625	660	470	0,097	0,472
1310123	500	36,3	45,3	2520	680	780	540	0,094	0,535
1310124	630	40,3	49,3	3070	740	920	620	0,091	0,602

Tabla 5. Características del cable HEPRZ1 del fabricante General Cable

1.6 ACOMETIDA DESDE EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La acometida desde el centro de seccionamiento al centro de transformación, estará protegida por el relé de protección VIP30 incluido en las celdas RM6 del centro de seccionamiento. Por lo tanto, para la elección del cable de dicha acometida, tendremos en cuenta la densidad de corriente que tiene que soportar en servicio permanente y el tiempo máximo que aguanta una sobreintensidad debida a un cortocircuito. Este último tiempo, nos permitirá la regulación del relé para que la acometida aguante el cortocircuito.

La conexión entre el CS y el CT (figura 5) irá a través de cables unipolares de aluminio con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de compuesto de poliolefina (Z1). El cable utilizado será por tanto RHZ1 12/20 kV de 95 mm² de sección. Su tabla de características se muestra en la tabla 6.

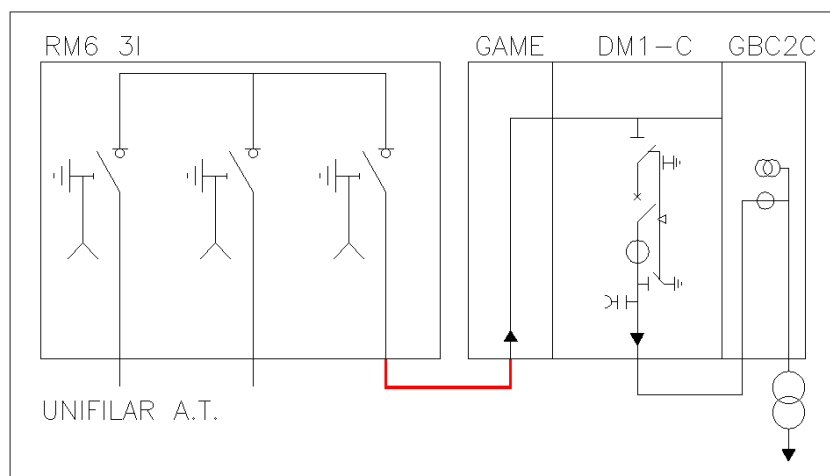



Figura 5. Acometida desde el CS al CT

HERSATENE FOC

RHZ1-OL (S) Cu

TENSIÓN: 12/20 kV

General Cable












									
	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A	Ohm/km	μF/km
7352116	95	23,1	31,7	1725	480	335	265	0,127	0,198
7352117	120	24,8	33,4	1990	505	385	300	0,121	0,217
7352118	150	26,1	34,7	2260	525	435	340	0,117	0,233
7352119	185	27,7	36,4	2640	550	500	380	0,113	0,253
7352120	240	29,9	38,6	3255	580	590	440	0,108	0,279
7352121	300	32,3	41,5	3940	625	680	495	0,105	0,306
7352122	400	35,0	43,8	4745	680	790	560	0,101	0,339
7352123	500	38,9	46,4	5775	700	930	630	0,095	0,385
7352124	630	42,8	51,7	7350	780	1110	720	0,094	0,43

Tabla 6. Características del cable RHZ1 del fabricante General Cable

Según lo calculado en el punto 1.1.1, la acometida tendrá que soportar una corriente nominal de 24,25 A. La densidad de corriente viene dada por la expresión:

$$\delta = \frac{I_n}{S}$$

Donde:

δ = Densidad de corriente del conductor en A/mm²

I_n = Intensidad nominal (en A)

S = Sección en mm² del embarrado, en este caso 452,4 mm²

Sustituyendo los valores en la expresión anterior, obtenemos una densidad de corriente en la acometida de:

$$\delta = \frac{I_n}{S} = \frac{24,25}{95} = 0,25 \text{ A/mm}^2$$

Fijándonos en la tabla 3 (Densidades de corriente máximas admisibles), vemos que el valor obtenido es claramente inferior a la máxima densidad admisible para este tipo de cable.

Pasamos ahora a calcular el tiempo máximo que soportará el paso de la corriente de cortocircuito.

La norma IEC 60364 describe que la limitación de intensidad de los conductores ($K^2 \times S^2$) deberá ser igual o superior a la energía de paso ($I^2 \times t$) que figure en el dispositivo de protección:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

Si de la expresión anterior, despejamos el tiempo que es lo que nos interesa calcular, nos queda:

$$t \leq \left(\frac{K \cdot S}{I} \right)^2$$

Donde:

I = Intensidad de cortocircuito en A (Obtenida en el punto 1.2.1)

t = Tiempo que soporta la intensidad en segundos

k = Coeficiente que depende del aislamiento del conductor. Para Aluminio con aislamiento XLPE, K = 94

S = Sección del conductor en mm²

Sustituyendo, obtenemos que la acometida del CS al CT, aguenta la corriente de cortocircuito un tiempo de:

$$t \leq \left(\frac{94 \cdot 95}{13470} \right)^2 = 0,439 \text{ seg.}$$

Por lo tanto, el tiempo escogido para el disparo de los relés debe de ser inferior a estos 0,439 segundos, que soporta la intensidad de cortocircuito el cable a estudio.

1.7 PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

Los puentes de Media Tensión, se refiere al tramo que va desde la celda de protección del transformador, hasta las bornas del primario de dicho transformador, tal y como muestra la figura 6.

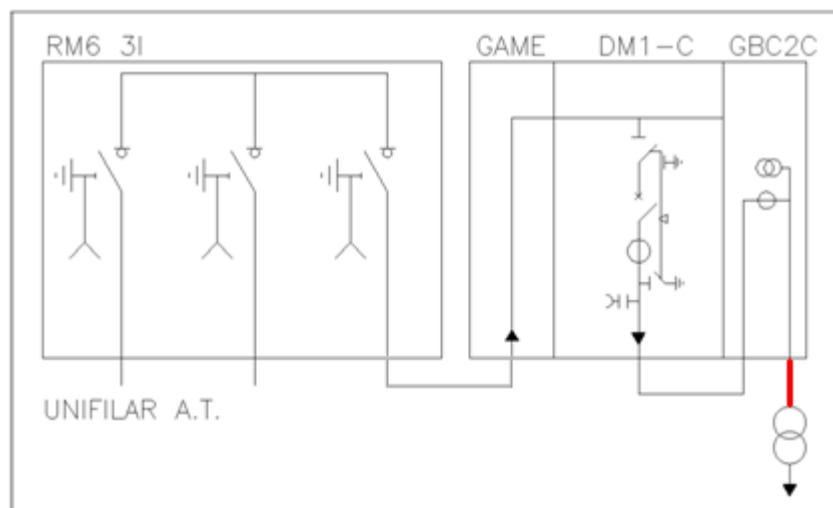


Figura 6. Puentes de Media Tensión

El cable utilizado en el tramo a estudio, será el mismo que el empleado para la acometida del punto anterior. Este cable es RHZ1 (cable unipolar de aluminio con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de compuesto de poliolefina) de 95 mm² de sección.

El tiempo máximo admisible que estos cables soportan una sobreintensidad debido a un cortocircuito y la densidad de corriente admisible por este tipo de cable son los mismos que los calculados para la acometida del apartado anterior.

1.8 PUESTAS A TIERRA

Se dispondrá un sistema TN-S de tierras. Según la ITC BT 08 los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

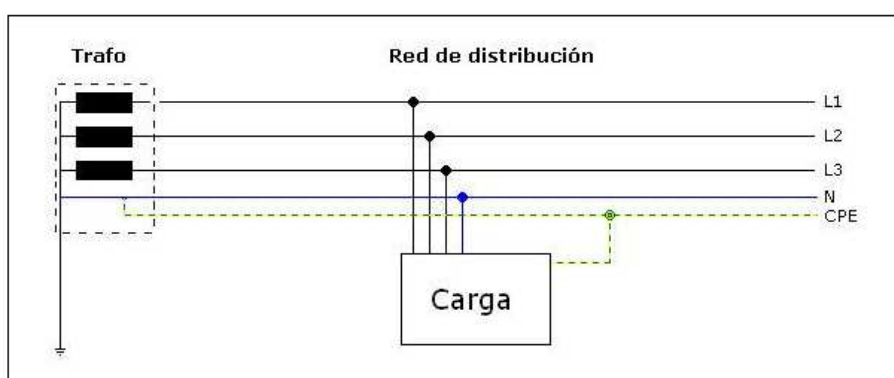


Figura 7. Esquemas de puesta a tierra TN-S

En los esquemas TN-S, el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema, tal y como muestra la figura 7.

Por lo tanto, se unirá el neutro del transformador con el sistema de tierras del edificio. Esta unión se hará en el local de centro de transformación y será visible y comprobable.

En el punto 2.6 (Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra) del presente documento se detallan los cálculos referidos a la puesta a tierra del centro de transformación

2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

2.1 MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO

El método de cálculo utilizado corresponde a una acometida para el abonado en Alta Tensión, corriente alterna 50 Hz, con una potencia de cortocircuito previsible de 350 MVA a la tensión de 20 kV.

El dimensionamiento de los conductores debe estudiarse a partir de los siguientes criterios:

- Criterio de la corriente máxima admisible por el conductor
 - Criterio de la máxima caída de tensión acumulada
 - Criterio de la intensidad de cortocircuito
- **CRITERIO DE LA CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE POR EL CONDUCTOR**

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. En la tabla 7, obtenida de la ITC-BT-07 se recogen las temperaturas máximas, en °C asignadas a los distintos tipos de conductores.

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de vinilo (PVC) $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70	160
	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

Tabla 7. Temperaturas máximas para cables con aislamiento seco

- **CRITERIO DE LA MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA**

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

Las caídas de tensión admisibles según el REBT para instalaciones que sean alimentadas desde alta tensión y que posean ellas su propio centro de transformación, según ITC-BT 19, entre las bornas de baja tensión y el punto final donde termina la línea, son del 4,5% para el alumbrado y 6.5% para los demás usos.

- CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160 °C para cables con aislamientos termoplásticos y de 250 °C para cables con aislamientos termoestables.

Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

Las fórmulas aplicadas para la acometida en Alta Tensión y para los transformadores de potencia han sido deducidas del diagrama del transformador reducido al secundario, por ello están en función de la tensión secundaria entre fases U_2 .

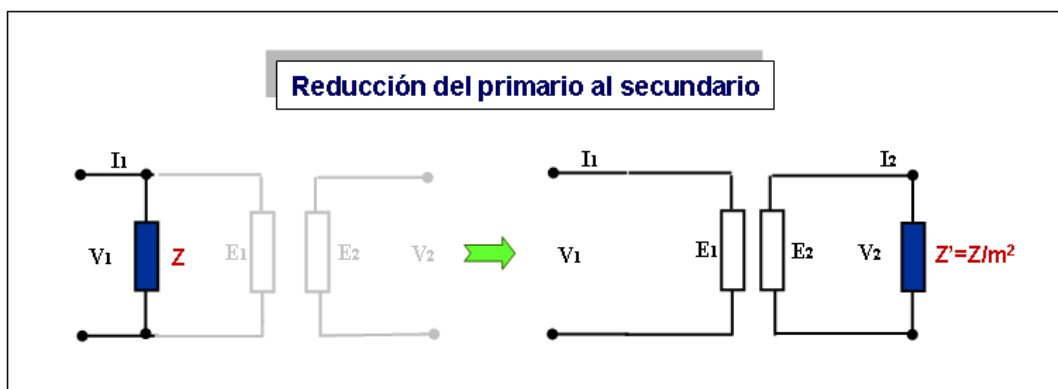


Figura 8. Reducción del primario al secundario de un transformador

La reducción del primario al secundario del transformador se obtiene de la siguiente forma:

La impedancia del circuito vista desde V_2 es:

$$Z' = \frac{V_2}{I_2}$$

Por otro lado, la impedancia del circuito es:

$$Z = \frac{V_1}{I_1}$$

Entonces:

$$Z' = \frac{V_2}{I_2} = \frac{\frac{V_1}{m}}{I_1 \cdot m} = \frac{V_1}{I_1 \cdot m^2} \rightarrow Z' = \frac{Z}{m}$$

En el formulario adjunto utilizado se representa por:

- Z_{f2} = Impedancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).
- R_{f2} = Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).
- X_{f2} = Reactancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).
- P_{cc1} = Potencia de cortocircuito en la acometida de AT, dada en MVA.
- U_1 = Tensión compuesta de la acometida de AT, dada en kV.
- U_2 = Tensión compuesta del secundario (BT) de transformadores en vacío, dada en Voltios.
- P_t = Potencia nominal del transformador, dada en kVA.
- V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.
- W_c = Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios.
- L = Longitud del circuito, dada en metros.
- N = Número de conductores por fase que constituyen el circuito.
- S = Sección del conductor utilizado para el circuito, dado en milímetros cuadrados (mm^2).
- r_e = Resistencia específica del conductor a la temperatura de 60 °C, dada en ohmios/kilómetro (Ω/km).
- x_e = Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro (Ω/km).
- e_{R2} = Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- e_{X2} = Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- e_{Z2} = Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $\cos\phi$ = Factor de potencia de la carga.
- $e_2\%$ = Caída de tensión por fase en %.
- V_2 = Tensión simple de fase en secundario (BT) de transformadores en vacío, dada en Voltios.
- V_c = Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.
- V_{co} = Tensión simple de fase en las bornas de BT de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.

- I_{cc2} = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz), dado en kiloamperios (kA).
- I = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según REBT, dada en Amperios.
- I_2 = Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.
- I_{c2} = Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.
- t = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio, sometido a la I_{cc2} calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.

2.2 HOJA DE CÁLCULO

Mediante la aplicación de las fórmulas a los circuitos y elementos de la instalación diseñada (reflejada en esquemas del proyecto), se obtienen los diferentes valores que en las columnas de la Hoja de Cálculo se indican.

En dicha hoja de cálculo, se han obtenido las líneas del proyecto hasta las alimentaciones de los Cuadros Secundarios. Estas líneas son las correspondientes al esquema de verticales de la figura 9.

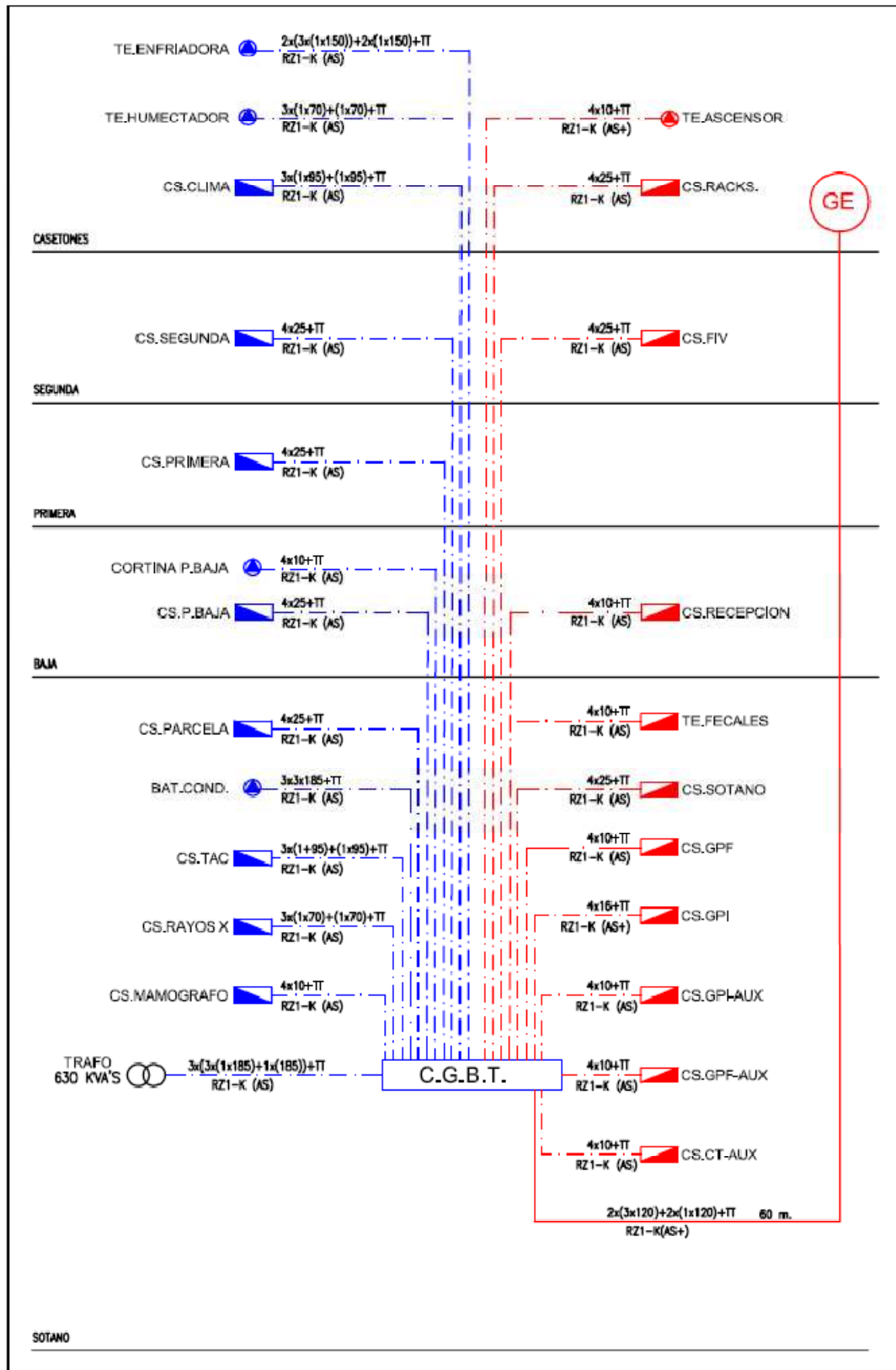


Figura 9. Esquema de verticales

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

FORMULARIO UTILIZADO		
1) LINEA ACOMETIDA ALTA TENSION	2) TRANSFORMADOR POTENCIA (Pt)	3) LINEA DE BAJA TENSION CABLE
$Z_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3}$ $R_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \cos \Psi$ $X_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \sin \Psi$ <p>Valores</p> <p>$\cos \Psi = 0.15$</p> <p>$\sin \Psi = 0.99$</p> <p>U_2 = Tensión compuesta secundario en vacío.</p>	$Z_{f2} = \frac{V_{cc} \times \frac{U_2^2}{100}}{P_t}$ $R_{f2} = \frac{W_c \times U_2^2}{P_t^2} \times 10^{-3}$ $X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$ <p>P_t = Potencia del transformador.</p> <p>W_c = Perdidas totales en el cobre del transformador.</p> <p>V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador.</p>	$R_{f2} = r_e \times \frac{L}{N}$ $X_{f2} = X_e \times \frac{L}{N}$ $Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2}$ $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times Z_{f2}}$ <p>$X_e = 0.08$ para cables TETRAPOLARES</p> <p>$X_e = 0.1$ para cables unipolares agrupados con neutro al centro</p> <p>$X_e = 0.15$ para cables unipolares peor agrupados</p>
CAIDAS DE TENS. A PLENA CARGA	INTENSIDADES DE C.C. Y TIEMPOS MAX. DE APERT. DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO DE PROTECCION	CÁLCULO DE LINEAS TENIENDO PRESENTE:
$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} R_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{X2} = \sum I_{c2} X_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2}$ $V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cos \varphi + \sum e_{X2} \sin \varphi)$ $e_2 \% = 100 \left(1 - \frac{V_c}{V_{c0}}\right)$ <p>V_c = Tensión simple en la carga</p> <p>V_2 = Tensión simple en vacío</p> $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$ <p>V_{c0} = Tensión simple en las bornas de B.T de transformadores</p>	<p>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO:</p> $I_{CC2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times \sum Z_{f2}}$ <p>.....</p> <p>MAXIMA SOLICITUD TERMICA ADMISIBLE POR EL CABLE:</p> <p>- Cable en aluminio = $13.456 \times S^2$</p> <p>- Cable en cobre = $30.976 \times S^2$</p> <p>.....</p> <p>TIEMPO MAXIMO DE CORTE DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO POR ACCION DE LA I_{CC2}:</p> $t = \frac{176^2 \times S^2}{I_{CC2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Cobre}$ $t = \frac{116^2 \times S^2}{I_{CC2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Aluminio}$	<ul style="list-style-type: none"> Intensidades del cortocircuito. Solicitud térmica admisible por el cable. Intensidades admisibles de los cables. Caídas de tensión a plena carga. <p>PROYECTO:</p> <p>Clínica Meninas</p> <p>ALCOBENDAS</p>

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

SALIDA de la Línea	LLEGADA de la Línea	BARRA	POTENCI A (W)	I (A)	Long. (m)	Mat.	I Max Adm. Línea	Protec	□U% Acum.	Composición de la Línea (mm²)	Icc (kA)	T.max. (s)	S (mm²) Tierra	Factor de Agrup.
I TRAF0	C.G.B.T.	R	630.000	909	20	CU	1.121	1.000	0,33	3x(3x(1x185))+3x((1x185))+TT				0,9
	C.G.B.T.								0,33		13,89			
C.G.B.T.	ASCENSOR	G	6.000	11	40	CU	46	40	0,77	4x10+TT	2,57	0,47	10	0,7
C.G.B.T.	CS-PLANTA SÓTANO	G	20.000	29	25	CU	77	63	0,70	4x25+TT	7,43	0,35	16	0,7
C.G.B.T.	GP-INCENDIOS	G	9.200	17	15	CU	61	40	0,49	4x16+TT	7,81	0,13	16	0,7
C.G.B.T.	CS-SALAS TÉCNICAS	G	10.000	14	15	CU	46	40	0,61	4x10+TT	5,82	0,09	10	0,7
C.G.B.T.	GP-FONTANERÍA	G	5.200	9	15	CU	46	40	0,47	4x10+TT	5,82	0,09	10	0,7
C.G.B.T.	CS-RECEPCIÓN	G	10.000	14	30	CU	46	40	0,89	4x10+TT	3,32	0,28	10	0,7
C.G.B.T.	CS-FIV	G	30.000	43	50	CU	77	50	1,44	4x25+TT	4,59	0,92	16	0,7
C.G.B.T.	CS-RACKS	G	30.000	43	60	CU	77	50	1,67	4x25+TT	3,96	1,24	16	0,7
C.G.B.T.	CS-CLIMA	R	60.000	108	60	CU	181	125	1,03	3x(1x95)+(1x95)+TT	7,92	4,46	50	0,7
C.G.B.T.	BATERÍA CONDENSAD.	R	300.000	779	10	CU	872	800	0,51	3x(3x(1x185))+TT	13,49	52,42	240	0,7
C.G.B.T.	CS-PLANTA BAJA	R	35.000	51	30	CU	77	63	1,11	4x25+TT	6,64	0,44	16	0,7
C.G.B.T.	CS-PLANTA PRIMERA	R	40.000	58	35	CU	77	63	1,37	4x25+TT	5,99	0,54	16	0,7
C.G.B.T.	CS-PLANTA SEGUNDA	R	25.000	36	40	CU	77	63	1,07	4x25+TT	5,44	0,65	16	0,7
C.G.B.T.	ENFRIADORA	R	140.000	253	60	CU	508	400	0,85	2x(3x(1x150))+2x((1x150))+TT	10,77	24,03	16	0,7
C.G.B.T.	CS-RAYOS X	R	80.000	115	40	CU	150	125	1,18	3x(1x70)+(1x70)+TT	9,14	1,82	25	0,7
C.G.B.T.	CS-MAMÓGRAFO	R	5.000	7	35	CU	46	40	0,65	4x10+TT	2,90	0,37	10	0,7
C.G.B.T.	CS-TAC	R	100.000	144	40	CU	190	160	1,11	3x(1x95)+(1x95)+TT	9,35	3,19	50	0,7
C.G.B.T.	CS-PÁRCELA	R	20.000	29	40	CU	88	50	0,85	4x25+TT	5,44	0,65	16	0,8
C.G.B.T.	TE-HUMECTADOR	R	70.000	101	60	CU	150	125	1,44	3x(1x70)+(1x70)+TT	7,56	2,66	35	0,7
A.S.	GE	0	200.000	361	60	CU	440	400	0,00	2x(3x(1x120))+2x((1x120))+TT	0,00	0,00	0	0,7

2.3 INTERPRETACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Como complemento a la representación y definición de magnitudes utilizadas en el formulario que se ha indicado en el apartado 2.2, en este se hace mención a las columnas de la Hoja de Cálculo anterior.

- COLUMNA “SALIDA DE LA LÍNEA”

Indica el punto de partida de la línea calculada. En este caso tenemos dos posibilidades, que la línea salga del CGBT o que salga del transformador.

- COLUMNA “LLEGADA DE LA LÍNEA”

Indica el punto de llegada de la línea calculada. La mayoría de las líneas terminan en Cuadros secundarios, pero también hay líneas que llegan a maquinaria como la Enfriadora o el Humectador.

- COLUMNA “BARRA”

Indica el tipo de alimentación de la línea en estudio en el cuadro del que parte, ya sea de las barras de “red” o de las barras de “grupo” (red-grupo).

- COLUMNA “POTENCIA (W)”

Indica la potencia en vatios que va a transportar la línea calculada.

- COLUMNA “I (A)”

Indica la corriente correspondiente a la potencia a transportar, indicada en la columna anterior. Para el cálculo de esta columna se ha utilizado la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

P = Potencia transportada por la línea

U = Tensión compuesta de la línea en V, en este caso 400 V

cosφ = Factor de potencia de la línea

Una vez calculada esta corriente, podemos irnos a la tabla 8, obtenida de la ITC BT 19, donde se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables. Para otras temperaturas, métodos de instalación, agrupamientos y

tipos de cable, así como para conductores enterrados, consultar la Norma UNE 20.460-5-523.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-523 y su anexo Nacional.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes.	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial y empotrados en obra.			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3D						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D.							3x PVC			3x XLPE o EPR	
G		Cables unipolares separados mínimo D.									3x PVC		3x XLPE o EPR
		mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	205
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 8. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C

Por lo tanto, como el cable escogido para las líneas de derivación (RZ1-K) a cuadros secundarios, son cables multiconductores, aislados con polietileno reticulado (XLPE), y montados en tubos empotrados, escogeremos la columna número 4.

También, tendremos en cuenta la tabla 9 de “intensidades máximas admisibles en servicio permanente” del fabricante (Prysmian en este caso), para ver cuál es la sección mínima comercial en la composición del cable en estudio.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)								
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21

Tabla 9. Intensidad admisible para distintas composiciones de cables

Ejemplo de cálculo:

La línea que va desde el Cuadro General de Baja Tensión hasta el Cuadro secundario de la Planta Sótano, tiene que soportar una intensidad en servicio permanente de:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{20.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 28,87 \approx 29A$$

De la tabla 8, obtenemos que dicho cable, tenga que tener una sección mínima de 6 mm².

La composición del cable a estudio, que alimentará el cuadro secundario del sótano, será un cable multiconductor con 4 conductores (3 Fases y Neutro) y el cable de protección separado, ya que como comentamos en el punto 1.8 el cable de protección va aparte en toda la instalación, al tener un sistema TN-S. La sección del cable de protección se estudiará en la columna “S (mm²) Tierra”.

Una vez que sabemos la composición del cable, vamos a la tabla 9 y vemos que para los cables con cuatro conductores, la sección mínima son 25 mm^2 . Por lo tanto, la composición del cable nos queda de la siguiente forma:

$$4 \times 25 + TT$$

- COLUMNA “LONG. (M)”

Indica la longitud estimada en metros para la línea en estudio.

- COLUMNA “MAT.”

Indica si la línea es de cobre o aluminio.

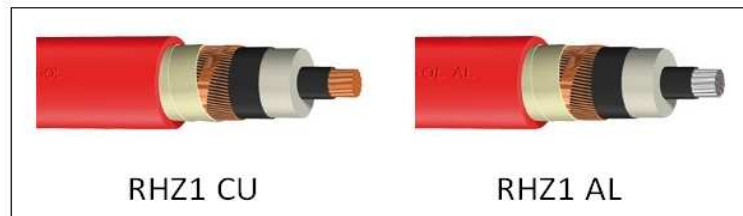


Figura 10. Cable RHZ1 en Cobre y Aluminio

- COLUMNA “I MAX ADM. LÍNEA”

Indica la corriente máxima que admite la línea, considerando la sección comercial inmediatamente superior a la de cálculo.

De esta forma, basándonos en el ejemplo anterior, como la sección comercial inmediatamente superior a la obtenida en el cálculo es de 25 mm^2 , vamos a la tabla 8 obtenida de la ITC BT 19 y vemos que para esta sección, tenemos una intensidad máxima admitida de 77 A.

- COLUMNA “PROTEC”

Indica el calibre de la protección a colocar en cabecera de línea. Dicho calibre deberá ser, o directamente o por regulación, inferior al de la intensidad máxima admisible por la línea.

Para ello, nos fijaremos en la columna anterior, y escogeremos un dispositivo de protección con una intensidad normalizada inmediatamente inferior al valor de la columna. Las intensidades normalizadas son 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 500, 630 y 800.

Siguiendo el ejemplo de los apartados anteriores, de la línea del CGBT al CS de la Planta Sótano, vemos que la intensidad máxima soportada por esta línea son 77 A. Con este valor, vamos a las intensidades normalizadas de protección y escogemos la inmediatamente inferior. En este caso, escogeríamos la de 63 A.

Para la protección de los Cuadros Secundarios, se ha optado por los Interruptores automáticos diferenciales “Vigicompact NSX100” del fabricante Merlin Gerin. Los dispositivos NSX100, incluyen protección magneto-térmica y diferencial regulable hasta 100 A. De esta forma, para el ejemplo anterior, utilizaremos un Vigicompact NSX100 regulable a 63 A.



Figura 11. Interruptor Vigicompact NSX100

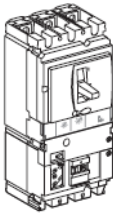
Vigicompact NSX100/160/250F				
Con unidad de control magnetotérmica TM-D				
	Vigicompact NSX100F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)			
	Calibre	3P 3R	4P 3R	4P 4R
	TM16D	LV429937	LV429947	LV429957
	TM25D	LV429936	LV429946	LV429956
	TM32D	LV429935	LV429945	LV429955
	TM40D	LV429934	LV429944	LV429954
	TM50D	LV429933	LV429943	LV429953
	TM63D	LV429932	LV429942	LV429952
	TM80D	LV429931	LV429941	LV429951
	TM100D	LV429930	LV429940	LV429950
	Vigicompact NSX160F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)			
	Calibre	3P 3R	4P 3R	4P 4R
	TM80D	LV430933	LV430943	LV430953
	TM100D	LV430932	LV430942	LV430952
	TM125D	LV430931	LV430941	LV430951
	TM160D	LV430930	LV430940	LV430950
	Vigicompact NSX250F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)			
	Calibre	3P 3R	4P 3R	4P 4R
	TM125D	LV431933	LV431943	LV431953
	TM160D	LV431932	LV431942	LV431952
	TM200D	LV431931	LV431941	LV431951
	TM250D	LV431930	LV431940	LV431950

Tabla 10. Gama Vigicompact NSX100 según calibre de regulación y número de polos

- COLUMNA “ $\Delta U\%$ ACUM.”

Indica los valores de la caída de tensión debida a la impedancia del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.

Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

La expresión que se utiliza para el cálculo de la caída de tensión que se produce en una línea se obtiene considerando el circuito equivalente de una línea corta (inferior a unos 50 km.), mostrado en la figura siguiente.

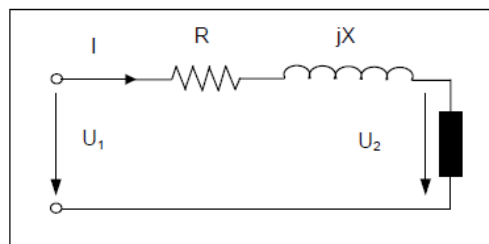


Figura 12. Circuito equivalente de una línea corta

En la práctica para instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible despreciar el efecto piel y el efecto de proximidad, así como trabajar con el inverso de la resistividad que se denomina conductividad (“ γ ”, en unidades $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$). Además se suele utilizar la letra “e” para designar a la caída de tensión en voltios, tanto en monofásico como en trifásico, y la letra U para designar la tensión de línea en trifásico (400V) y la tensión de fase en monofásico (230V). Con estas simplificaciones se obtienen las expresiones siguientes para determinar la caída de tensión.

- Para receptores trifásicos:

$$e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

- Para receptores monofásicos:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde la conductividad se puede tomar de la siguiente tabla:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 11. Conductividades, γ , (en $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$) para el cobre y el aluminio

Los límites de caída de tensión reglamentarios en las instalaciones de enlace, vienen detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19, y son los siguientes:

Parte de la instalación	Para alimentar a :	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro.	$e=\Delta U_{III}$	$e=\Delta U_I$
LGA: (Línea General de Alimentación)	Suministros de un único usuario	No existe LGA	--	--
	Contadores totalmente concentrados	0,5%	2 V	--
	Centralizaciones parciales de contadores	1,0%	4 V	--
DI (Derivación Individual)	Suministros de un único usuario	1,5%	6 V	3,45 V
	Contadores totalmente concentrados	1,0%	4 V	2,3 V
	Centralizaciones parciales de contadores	0,5%	2 V	1,15 V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20 V	11,5 V

Tabla 12. Límites de caída de tensión reglamentarios

- COLUMNA “COMPOSICIÓN DE LA LÍNEA (mm²)”

Indica la composición total de la línea en estudio. Tomando como ejemplo la línea del CGBT al CS de la Planta Sótano, cuya composición es 4x25+TT, quiere decir que la línea está formada por un cable compuesto por cuatro conductores de 25 mm² de sección, y un cable aparte de protección. El código de colores de los cables, viene dado en la norma UNE 21089 y 211002/21123:

Código de colores: UNE 21089:2002 / HD 308 S2 2001						
Sin conductor de protección (Am/Ve)						
Número de conductores	Color del aislamiento de los conductores					
2	Azul	Marrón	--	--	--	--
3	Azul	Marrón	Negro	--	--	--
3	Gris	Marrón	Negro	--	--	--
4	Azul	Marrón	Negro	Gris	--	--
5	Azul	Marrón	Negro	Gris	Negro	--


 NOTA: El conductor de protección es Amarillo/Verde



Tabla 13. Código de colores para cables multiconductores

Por lo tanto, la línea del ejemplo anterior sería como la mostrada en la figura 13:

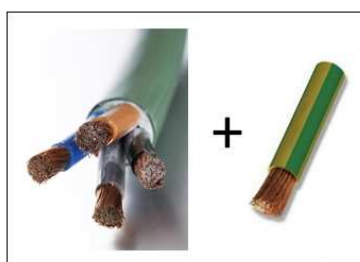


Figura 13. Línea del CGBT al CS de la Planta Sótano (4x25 + TT)

- COLUMNA “ICC (KA)”

Indica la intensidad de cortocircuito trifásico máximo en el circuito, ocurrido en el punto extremo más alejado de la línea considerada.

Según el anexo 3 de la Guía Técnica de aplicación del REBT, podemos afirmar lo que se expone a continuación.

Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida) se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el Centro de Transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio o lugar del suministro afectado, en cuyo caso habría que considerar todas las impedancias.

Por lo tanto se puede emplear la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Donde:

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado

U = Tensión de alimentación fase neutro

R = Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Normalmente el valor de R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito, por ejemplo el punto donde se emplaza el cuadro con los dispositivos generales de mando y protección. Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc} .

Para el cálculo de R utilizamos la expresión:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

R = Resistencia del conductor en Ω

ρ = Resistividad del cobre a 20 °C, se puede tomar $\rho \approx 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

S = Sección del conductor en mm^2

- COLUMNA “T.MAX. (S)”

Indica el tiempo máximo que la línea, en estudio y de composición determinada, soporta la circulación de la intensidad de cortocircuito y por lo tanto, el tiempo máximo menor del cual tiene que actuar su protección.

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe de ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de una duración no superior a 5 segundos, el tiempo t máximo de duración del cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular según la GUÍA-BT-22 mediante la siguiente fórmula:

$$t = \left(\frac{K \cdot S}{I} \right)^2$$

Donde:

t = Duración del cortocircuito en segundos

S = Sección en mm²

I = Corriente de cortocircuito expresada en A

K = Constante que depende del tipo de cable (Tabla 14)

La constante K la obtenemos de la siguiente tabla tomada de la norma UNE20460-4-43:

	Aislamiento de los conductores							
	PVC 70°C ≤ 300 mm ²	PVC 70°C > 300 mm ²	PVC 90°C ≤ 300 mm ²	PVC 90°C > 300 mm ²	PR/EPR	Goma 60 °C	Mineral Con PVC	Mineral Desnudo
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115 ^{*)}	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-
^{*)} Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto. NOTA 1 Para duraciones muy cortas (< 0,1 s) donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de la intensidad, k ² S ² debe ser superior a la energía (I ² t) que deja pasar el dispositivo de protección, indicada por el fabricante. NOTA 2 Otros valores de k están en estudio para: - los conductores de pequeña sección (especialmente para secciones inferiores a 10mm ²); - las duraciones de cortocircuitos superiores a 5s; - otros tipos de conexiones en los conductores; - los conductores desnudos. NOTA 3 La corriente nominal del dispositivo de protección contra los cortocircuitos puede ser superior a la corriente admisible de los conductores del circuito. NOTA 4 Los valores de esta tabla están basados en la norma UNE 211003-1.								

Tabla 14. Valores de la constante K

- COLUMNA “S (MM²) TIERRA”

Indica la sección del conductor de tierra. Para secciones grandes se determina en base a la solicitud térmica.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red
- A un relé de protección

Según la ITC-BT 18, la sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 15, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _p (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ $S_p = 16$ $S_p = S/2$

Tabla 15. Relación entre conductores de protección y de fase

Si la aplicación de la tabla anterior conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

- COLUMNA “FACTOR DE AGRUP.”

El factor de agrupamiento se aplica para reducir la intensidad máxima admisible usual en caso de agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores, mientras que los factores de corrección para el agrupamiento de varios circuitos en bandejas se pueden consultar directamente en la ITC-BT-07.

La tabla 16 está extraída de la norma UNE 20460-5-423. No se considerarán los factores de reducción cuando la distancia en la que discurren paralelos los

circuitos sea inferior a 2 m, por ejemplo en la salida de varios circuitos de un cuadro de mando y protección.

Ref.	Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores.		
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines), etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			
<p>Nota 1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.</p> <p>Nota 2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de reducción alguno.</p> <p>Nota 3. Los mismos factores se aplican para grupos de dos o tres cables unipolares que para cables multiconductores.</p> <p>Nota 4. Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor correspondiente a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.</p> <p>Nota 5. Si un número se compone de "n" conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como "n/2" circuitos de dos conductores o "n/3" circuitos de tres conductores cargados.</p>													

Tabla 16. Factores de reducción para el agrupamiento de varios circuitos

2.4 CÁLCULO DE LÍNEAS PARA DISTRIBUCIONES EN PLANTAS

Comprenderá la realización a partir de las bornas de salida de los Cuadros Secundarios en el pasillo, de puntos de luz, tomas de corriente para usos varios, etc.

Como ya se indicó en el punto 5.6 de la memoria descriptiva, el cable utilizado para las distribuciones en planta será H07Z1-R, cuya designación es la siguiente:

- H : Cable según normas armonizadas
- 07 : 450/750 V
- Z1 : Mezcla reticulada a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos.
- -R : Rígido de sección circular, de varios alambres cableados

Este cable es especialmente adecuado para:

- Centralización de contadores (ITC-BT 16)
- Cableado de cuadros (ITC-BT 28)
- Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006)



Figura 14. Cable H07Z1-R

Las líneas eléctricas diseñadas para este proyecto han sido elegidas bajo las siguientes condiciones:

- Deben soportar sin sobrecalentamientos la intensidad calculada para la potencia instalada a transportar por ellas.
- Las caídas de tensión calculadas para la intensidad de plena carga, no deben superar en este caso de Acometida en Alta Tensión con Centro de Transformación propio, el 4,5% en el uso de Alumbrado, y el 6,5% en los usos de Fuerza, partiendo de la tensión en bornas de baja de transformadores en vacío.
- Se ha tenido en cuenta, al aplicar las formulas de caídas de tensión, que lo más desfavorable es, tomar en cada embarrado de cuadros los voltios remanentes de la caída de tensión del tramo anterior considerado.
- Para generalizar los cálculos, optamos por considerar un resto del 1'5 %, de pérdida de tensión máxima permitida, para las últimas acometidas a receptores desde cuadros secundarios, o bien desde los puntos de tomas eléctricas (TE). Por lo que debe ponerse atención a la columna de $\Delta U\%$ acum., de tal manera, que los % totales, finalmente acumulados, no sobrepasen los totales permitidos en el Reglamento, ya citados en el punto 2.
- En caso de cortocircuito en el extremo más alejado de la línea, no se superará en ninguna de ellas su máxima sollicitación térmica admisible; para lo cual el tiempo de corte del relé magnético del interruptor automático que la protege, debe ser inferior al reflejado en la Columna T.max. (s) de la Hoja de Cálculo.

Además, en combinación con la aparamenta elegida para sus protecciones magnetotérmicas, quedará garantizado que regulados los relés del interruptor automático que las protege a la intensidad máxima admisible en el conductor de las mismas, existirá selectividad en el disparo frente a cortocircuitos entre los diferentes escalones de protección. A continuación, se expone brevemente en qué consiste la selectividad eléctrica.

Los interruptores automáticos en las redes tienen por misión la protección contra defectos (sobrecargas y cortocircuitos), evitando que se produzcan demandas inadmisibles de corriente en las instalaciones eléctricas y en sus receptores. En caso de producirse un

defecto, sus consecuencias deben limitarse en lo posible solo a la parte afectada de la instalación. Si ello se consigue y se puede seguir trabajando normalmente en el resto de la instalación, podremos afirmar que está presente la selectividad.

Las condiciones de selectividad son las siguientes:

- Los dispositivos de protección contra sobreintensidad, en caso de un defecto en la instalación, deben interrumpir en el tiempo más breve únicamente el circuito averiado.
- Los picos de intensidad usuales en el servicio, como por ejemplo, las que se producen en el arranque de motores, no deberán provocar un disparo.
- En caso de fallo de un dispositivo deberá desconectar el dispositivo de protección inmediatamente anterior.

Los dos principales tipos de selectividad son:

- **SELECTIVIDAD AMPERIMÉTRICA:** El interruptor que esté aguas abajo debe cortar el circuito ante cortocircuitos, antes de que lo haga el superior.

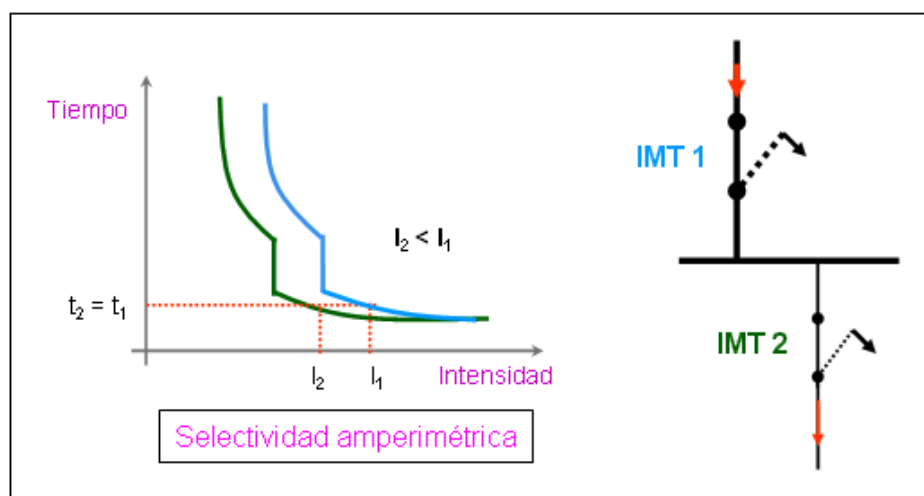


Figura 15. Selectividad Amperimétrica

- **SELECTIVIDAD CRONOMÉTRICA:** El interruptor que esté aguas abajo debe cortar el circuito en un tiempo inferior al de aguas arriba para una misma sobreintensidad.

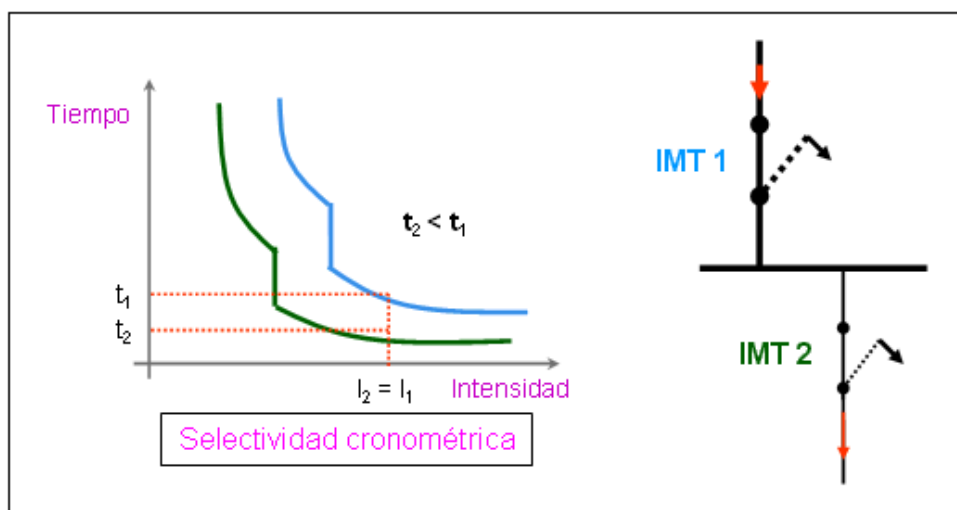


Figura 16. Selectividad Cronométrica

En el caso de las instalaciones eléctricas para alumbrado y fuerza usos varios, que han sido diseñadas compartiendo líneas hasta los Cuadros Secundarios, la base de cálculo se ha tomado como si sólo se tratara de instalación destinada a usos de alumbrado, habiéndose realizado sus distribuciones a puntos de luz y tomas de corriente bajo las condiciones generales siguientes:

- INTENSIDADES ADMISIBLES Y PROTECCIÓN TÉRMICA DE LOS CONDUCTORES UTILIZADOS EN LAS DISTRIBUCIONES

En aplicación de la ITC-BT-19 apartado 2.2.3, de donde se ha obtenido la tabla 8 del presente documento, referente a las intensidades máximas admisibles, la ITC-BT-07 de donde se ha obtenido la tabla 17, referente al factor de corrección por la temperatura, y la norma UNE 20460-5-523 de la cual se ha extraído la tabla 16 que corresponde al factor de corrección por la agrupación de circuitos, para conductores unipolares aislados en policloruro de vinilo, con no más de 3 circuitos por un mismo tubo empotrado o al aire y una temperatura ambiente igual o inferior a 30 °C, se obtiene el coeficiente de corrección “K” para la intensidad máxima admisible de:

$$K = 0,7 \times 1,15 = 0,8$$

Donde:

K = Coeficiente de corrección para la Intensidad máxima admisible

Factor 0,7 = Corrección para un máximo de 3 circuitos agrupados (Tabla 16)

Factor 1,15 = Corrección para temperaturas igual o inferior a 30 °C (Tabla 17)

Temperatura de servicio θ_s en $^{\circ}\text{C}$	Temperatura ambiente, θ_a , en $^{\circ}\text{C}$										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58

Tabla 17. Coeficiente de corrección F para temperatura ambiente distinta a 40°C

Aplicando el coeficiente calculado a la columna de dos conductores unipolares, en un montaje bajo tubo o conducto de la tabla 8, permite calcular la intensidad máxima admisible corregida.

Para la elección de la protección que llevará la línea con la sección a estudio, escogeremos la intensidad de protección normalizada inmediatamente inferior a la intensidad máxima corregida.

De esta forma, obtenemos las siguientes intensidades admisibles y protecciones mediante interruptor automático magnetotérmico:

- La sección de $1,5 \text{ mm}^2$ admite 12 A, estando protegida en el proyecto con 10 A.
 - La sección de $2,5 \text{ mm}^2$ admite 16,8 A, estando protegida en el proyecto con 16 A.
 - La sección de 4 mm^2 admite 21,6 A, estando protegida en el proyecto con 20 A.
 - La sección de 6 mm^2 admite 28,8 A, estando protegida en el proyecto con 25 A.
 - La sección de 10 mm^2 admite 40 A, estando protegida en el proyecto con 32-40 A.
 - La sección de 16 mm^2 admite 52,8 A, estando protegida en el proyecto con 50 A.
- CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS EN LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN, DESDE CUADROS SECUNDARIOS

Todas las líneas están dimensionadas para que la caída máxima de tensión en ellas no supere el 1,5% de la tensión nominal de vacío del transformador de 3x400/230 V, en este caso. Para lo cual, tomando como conductividad del cobre 56, la longitud media de cada uno de los circuitos representados en los esquemas de Cuadros

Secundarios, no superará los valores calculados a continuación, para cada una de las secciones de los conductores utilizados.

Para este cálculo, basándonos en el anexo 2 de la Guía Técnica de Aplicación, utilizaremos las siguientes expresiones para el cálculo de la caída de tensión:

- Para circuitos monofásicos:

$$e = \frac{P \cdot L \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot S \cdot U} = 3,45 \text{ V} \rightarrow 1,5\% \text{ de } 230 \text{ V}$$

- Para circuitos trifásicos:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot S \cdot U} = 6 \text{ V} \rightarrow 1,5\% \text{ de } 400 \text{ V}$$

Donde:

e = Caída de tensión máxima entre fase y neutro en Voltios

P = Potencia aparente en Vatios

L = Longitud media de l línea en metros

cos φ = factor de potencia de los receptores, en este caso 0,9

γ = Conductividad del cobre (56)

S = Sección del conductor de fase en mm²

U = Tensión de la línea en voltios

Despejando la longitud de las expresiones anteriores, obtenemos unas longitudes medias en los circuitos de distribución en plantas, según la sección de:

CIRCUITOS MONOFÁSICOS

- SECCIÓN DE 1,5 mm²

- Potencia máxima línea monofásica :

$$P = I \times U \times \cos\varphi = 10 \times 230 \times 0,9 = 2.070 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: L = 17,88 m.l.

- SECCIÓN DE 2,5 mm²

- Potencia máxima línea monofásica :

$$P = I \times U \times \cos\varphi = 16 \times 230 \times 0,9 = 3.312 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: L = 18.63 m.l

- SECCIÓN DE 4 mm²

- Potencia máxima línea monofásica :

$$P = I \times U \times \cos\varphi = 20 \times 230 \times 0,9 = 4.140 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: L = 23.85 m.l

- SECCIÓN DE 6 mm²

- Potencia máxima línea monofásica :

$$P = I \times U \times \cos\varphi = 25 \times 230 \times 0,9 = 5.175 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: L = 28.62 m.l

- SECCIÓN DE 10 mm²

- Potencia máxima línea monofásica :

$$P = I \times U \times \cos\varphi = 40 \times 230 \times 0,9 = 8.280 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: L = 29.81 m.l

- SECCIÓN DE 16 mm²

- Potencia máxima línea monofásica :

$$P = I \times U \times \cos\varphi = 50 \times 230 \times 0,9 = 10.350 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: L = 34.34 m.l

CIRCUITOS TRIFÁSICOS

- SECCIÓN DE 1,5 mm²

- Potencia máxima línea trifásica :

$$P = I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 10 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 6.228 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: L = 39.96 m.l

- SECCIÓN DE 2,5 mm²

- Potencia máxima línea trifásica :

$$P = I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 16 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 9.964,8 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible: $L = 37.46 \text{ m.l}$
- SECCIÓN DE 4 mm^2
 - Potencia máxima línea trifásica :

$$P = I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\phi = 20 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 12.456 \text{ W.}$$
 - Longitud máxima admisible: $L = 47.94 \text{ m.l}$
- SECCIÓN DE 6 mm^2
 - Potencia máxima línea trifásica :

$$P = I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\phi = 25 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 15.570 \text{ W.}$$
 - Longitud máxima admisible: $L = 57.53 \text{ m.l}$
- SECCIÓN DE 10 mm^2
 - Potencia máxima línea trifásica :

$$P = I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\phi = 40 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 24.912 \text{ W.}$$
 - Longitud máxima admisible: $L = 59.94 \text{ m.l}$
- SECCIÓN DE 16 mm^2
 - Potencia máxima línea trifásica :

$$P = I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\phi = 50 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 31.140 \text{ W.}$$
 - Longitud máxima admisible: $L = 76.71 \text{ m.l}$

2.5 CÁLCULO DE BARRAJES EN EL CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

El cuadro CGBT se compone de servicio normal y servicio complementario. Ambos alimentados por el transformador de 630 kVA quedando el servicio complementario sólo alimentado por el grupo electrógeno de reserva de 250kVA cuando la red está ausente. Por tanto, uno y otro barraje han de ser calculados para la el transformador de 630 kVA, condición bajo la cual también deben ser calculadas las líneas de salida.

a) HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Los barrajes de todos los cuadros, así como las secciones mínimas de los conductores, responden a las solicitudes de cada I_{cc} indicada en la hoja de cálculo para

cada cuadro. Se tendrán en cuenta tanto los efectos eléctricos de calentamiento como los efectos electrodinámicos.

El material usado para las barras de cobre tendrá una carga máxima admisible de 3.000 kg/cm^2 y el punto de partida de la intensidad de cortocircuito en el CGBT será de 42,37 kA.

b) NORMATIVA

Basándonos en la normativa de la compañía suministradora (Iberdrola en nuestro caso) NI 50 44 03, “Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior”, podemos clasificar el cuadro de baja tensión como CBT-EAS-1000-6 de acuerdo con la tabla 18.

Designación	Corriente asignada A	Tensión asignada V	Tensión soportada a frecuencia industrial Valor eficaz kV		Tensión soportada a impulsos tipo rayo Valor cresta kV	Código
			partes activas y masa *	partes activas	partes activas y masa *	
CBT-EAS-1000-6*	1000	440	10	2,5	20	5044058
CBT-EAS-1600-8	1600					5044059

Tabla 18. Cuadros de BT normalizados por Iberdrola

El significado de las siglas que componen la designación es el siguiente:

- CBT-EAS: Cuadro de distribución de baja tensión con embarrado aislado y seccionamiento.
- 1000/1600: Intensidad asignada al CBT-EAS
- 6/8: N° de bases tripolares.

Las secciones mínimas de las pletinas de cobre del embarrado vienen dadas en la tabla 19, obtenida de la normativa anteriormente descrita:

Sección mínima de pletinas de cobre (mm ²)			
Designación	Embarrado	Fase	Neutro
CBT-EAS-1000-6	Vertical	500	300
CBT-EAS-1600-8	Vertical	800	400

Tabla 19. Secciones mínimas de las pletinas de cobre

El material a emplear será cobre electrolítico laminado (tipo CW004A según Norma UNE EN 13 601), y cada pletina estará fabricada en una sola pieza, sin remaches ni soldaduras. Las pletinas estarán sin revestimiento ni baño.

La distancia entre las pletinas de entrada será como mínimo de 125 mm. La secuencia de fases de las pletinas de entrada y la distancia entre ellas, están representadas en la figura 17.

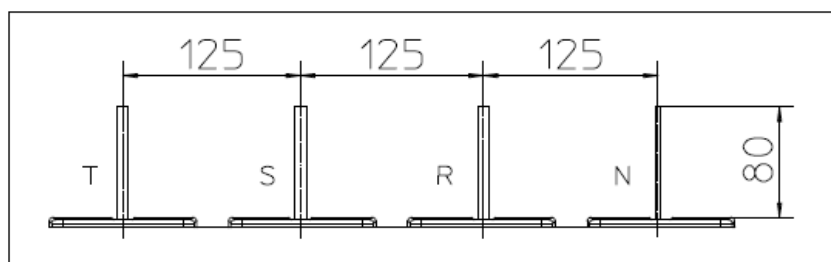


Figura 17. Orden de fases y distancia mínima entre pletinas

Las pletinas de entrada permitirán realizar la conexión de hasta cuatro cables de 240 mm² por fase y tres cables de 240 mm² para el neutro y estarán identificadas con los colores especificados en la norma NI 00.05.02, que serán los siguientes:

- Fase R: Verde
- Fase S: Amarillo
- Fase T: Marrón
- Neutro: Gris

Para permitir efectuar esta conexión, las pletinas de entrada tendrán las medidas mínimas de la figura 18:

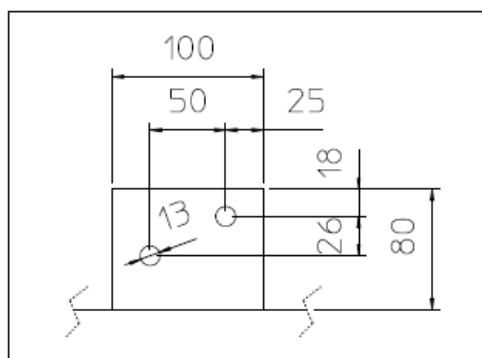


Figura 18. Dimensiones mínimas de las pletinas de entrada

El CBT-EAS comprenderá un seccionador según norma UNE EN 60 947-3, el cual será capaz de abrir y cerrar cada una de las fases y el neutro en ausencia de corriente, soportar la corriente asignada en el funcionamiento normal del CBT-EAS y soportar un funcionamiento anormal del CBT-EAS, cortocircuito, durante un periodo de tiempo de 1 segundo.

La maniobra del seccionador será manual unipolar. Las características eléctricas del seccionador serán las de la tabla 20. El seccionador será capaz de abrir la corriente de

vacío de un transformador de 1000 kVA y formará un conjunto protegido con las pletinas de entrada del CBT-EAS.

Categoría de empleo	AC20B		
Tipo de maniobra	Manual Dependiente		
Tensión de empleo	U_e	440	V
Tensión de aislamiento	U_i	500	V
Tensión de resistencia a los impulsos	U_{imp}	20	kV
Intensidad asignada	I_e	1000	A
		1600	
Intensidad de cortocircuito durante 1 segundo	I_{cw}	15	kA
		25	

Tabla 20. Características eléctricas del seccionador

c) JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El seccionador escogido es el modelo NS1000N, del fabricante Schneider Electric, mostrado en la figura 19. El modelo seleccionado, cumple con las características de la tabla 20, exigidas por la compañía suministradora.

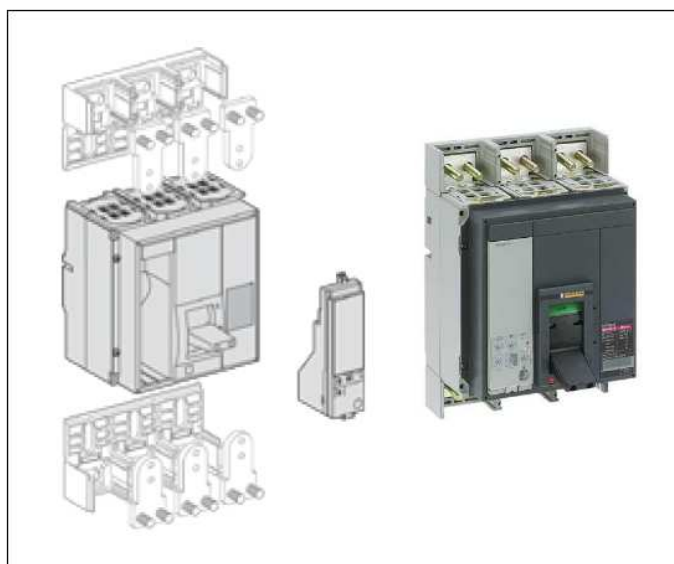


Figura 19. Interruptor-seccionador Compact NS1000N

Sus principales características son:

- Calibre In: 1000 A (50 °C)
- Modo de montaje: Fijo
- Conexión superior: Panel

- Tipo de poder de corte: N
- Poder de corte:
 - Icu 50 kA en 220/240 VAC 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
 - Icu 50 kA en 380/415 VAC 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
 - Icu 50 kA en 440 VAC 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
 - Icu 40 kA en 500/525 VAC 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
 - Icu 30 kA en 660/690 VAC 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
 - 50 kA en 240 V AC 60 Hz de acuerdo con NEMA AB1 HIC
 - 35 kA en 480 V AC 60 Hz de acuerdo con NEMA AB1 HIC
 - 25 kA en 600 V AC 60 Hz de acuerdo con NEMA AB1 HIC
- Número de polos: 4P
- Idoneidad para el seccionamiento: Sí de acuerdo con IEC 60947-2
- Categoría de empleo: B
- Posición de polo de neutro: Izquierda
- Tipo de tensión: AC
- Frecuencia asignada de empleo: 50/60 Hz
- Nombre de gama: Compact NS1000N

La intensidad máxima admisible para las pletinas de cobre se ajustará a las tablas de los reglamentos anteriormente descritos en el apartado b).

El fabricante de los cuadros de la instalación, a través del instalador, deberá justificar el dimensionamiento de las barras y cableado según los datos que se facilitan en la hoja de cálculo.

Las pletinas de cobre seleccionadas son el modelo 04528 del fabricante Schneider. Son unas pletinas de cobre de 800 mm² de sección tal y como muestra la tabla 21:

Elección del juego de barras	
Barras planas perforadas, longitud 1675 mm	
Designación	Referencia
Barra de cobre perforada 50 × 10	04525
Barra de cobre perforada 60 × 10	04526
Barra de cobre perforada 80 × 10	04528

El diagrama muestra una barra de cobre perforada con una longitud total de 50 mm. Hay tres agujeros de Ø10 mm distribuidos a lo largo de la barra. La distancia entre los centros de los agujeros es de 12,5 mm. La distancia desde el borde izquierdo hasta el centro del primer agujero es de 12,5 mm. La distancia desde el centro del último agujero hasta el borde derecho es de 12,5 mm.

Tabla 21. Tipos de barras

La disposición de las barras será en fondo de armario como se ve en la figura 20.

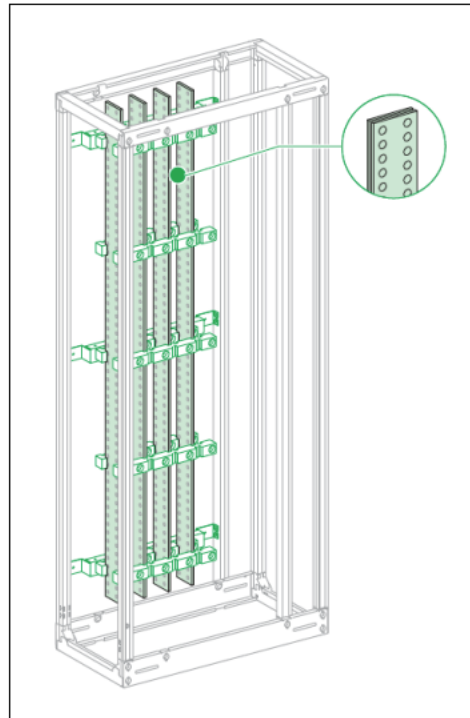


Figura 20. Disposición de las barras en fondo de armario

En su instalación son obligatorios 3 soportes fijados a la armadura. En caso de que se requieran más de 3 soportes (para lo cual tendremos que fijarnos en la tabla 22) se podrán utilizar soportes voladizos como muestra la figura 21.

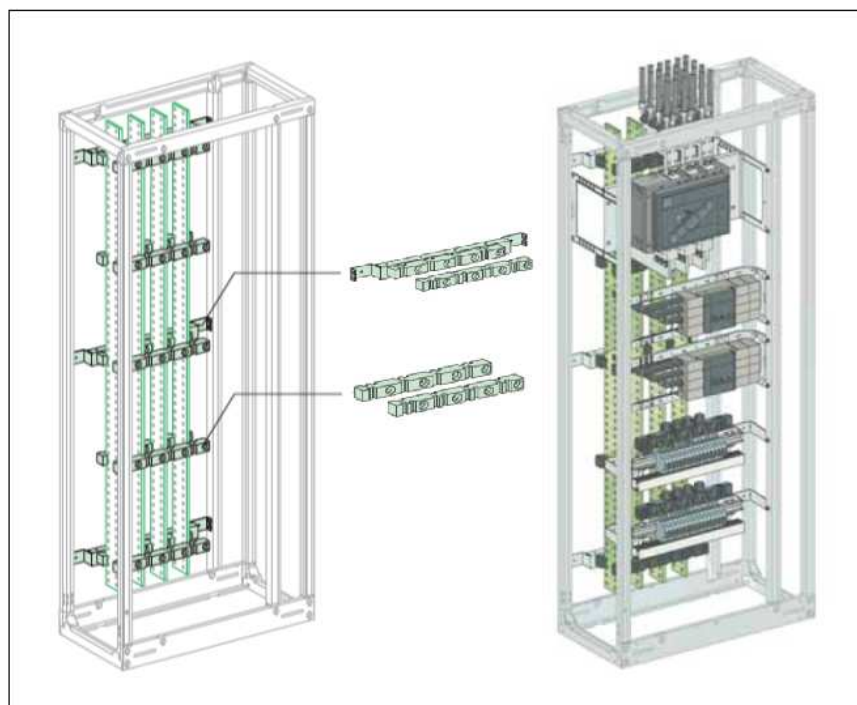


Figura 21. Disposición del barraje en el CGBT

Cálculo del juego de barras										
Intensidad admisible para cuadro		Número y sección de las barras	Número de soportes: I_{cw} (kA ef/1 s)							
IP ≤ 31	IP > 31		≤ 25	≤ 30	≤ 40	≤ 50	≤ 60	≤ 65	≤ 75	≤ 85
1200	1080	1 barra 50 × 10								
1400	1250	1 barra 60 × 10	3	5			7		9	
1800	1600	2 barras 80 × 10								

Nota: los valores de intensidad admisible en el juego de barras se proporcionan para una temperatura ambiente de 35 °C alrededor del cuadro.

Tabla 22. Número de soportes

A continuación, procedemos a la justificación del dimensionamiento de las barras. Para ello, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- MOMENTO FLECTOR

El momento flector en una viga empotrada en sus extremos y sometida a una carga uniformemente distribuida, tal y como nos indica la figura 22, es:

$$M = \frac{F \cdot L}{12}$$

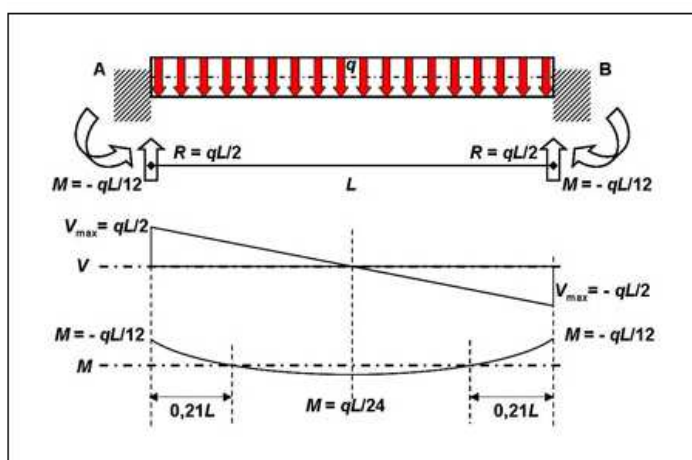


Figura 22. Momento flector en una viga biempotrada con carga uniforme

Donde F es el esfuerzo máximo en kg, para las barras paralelas ante un cortocircuito trifásico sin amortiguamiento (asimilable al monofásico para las fases de los lados) y viene dado por la expresión:

$$F = 2 \times 10^{-8} \cdot I_{cc}^2 \cdot \frac{L}{d}$$

Donde:

L = Distancia entre apoyos empotrados dada en m. En este caso 0,83 m.

d = Distancia entre ejes de las fases en m. En este caso 0,125 m.

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito en A. En este caso 42.370 A.

Sustituyendo, obtenemos una fuerza de:

$$F = 2 \times 10^{-8} \cdot 42370^2 \cdot \frac{0,83}{0,125} = 238,40 \text{ Kg}$$

Pasamos ahora a calcular el momento flector para dicha fuerza:

$$M = \frac{238,4 \cdot 837,5}{12} = 16.638,33 \text{ Kg} \cdot \text{mm}$$

- **MÓDULO RESISTENTE**

El módulo resistente del conjunto de las pletinas con las que se diseña la fase viene dado por la expresión:

$$W = n \times \frac{h \cdot b^2}{6}$$

Donde:

n = Número de pletinas por fase. En nuestro caso 1.

h = Altura de la pletina en mm. En este caso 80 mm (Tabla 21).

b = Ancho de la pletina en mm. En este caso 10 mm (Tabla 21).

Sustituyendo obtenemos un módulo resistente de:

$$W = 1 \times \frac{80 \cdot 10^2}{6} = 1333,33 \text{ mm}^3$$

- **CARGA MÁXIMA**

Comprobamos que la carga máxima soportada por el barraje sea menor que las propiedades mecánicas del cobre, que es el material con el que están contruidos. Las propiedades mecánicas del cobre que son:

- Resistencia a la tracción: 21 kg/mm^2
- Fatiga a la rotura: 28 kg/mm^2

La carga máxima viene dada por la fórmula:

$$r_{max} = \frac{M}{W}$$

Donde:

r_{\max} = Carga máxima expresada en Kg/mm²

M = Momento flector en Kg x mm

W = Momento resistente de la pletina en mm³

Sustituyendo los valores obtenidos anteriormente, tenemos una carga máxima de:

$$r_{\max} = \frac{16.638,33}{1333,33} = 12,48 \text{ Kg/mm}^2$$

Se aprecia que el valor máximo de la tensión sufrida por el embarrado de Baja Tensión está muy por debajo de los límites mecánicos del cobre.

- FRECUENCIA MÁXIMA DE OSCILACIÓN

Así mismo debe garantizarse que la frecuencia máxima de oscilación de las barras es diferente de 50 – 100 – 150 Hz, para asegurar la no presencia de resonancia.

La expresión por la que se rige esta frecuencia de oscilación es:

$$f = 50 \times 10^4 \cdot \frac{b}{L^2}$$

Donde:

b = Longitud en cm de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo (en este caso 8 cm).

L = Longitud en cm medida entre apoyos del embarrado (en este caso 83,75 cm).

Si sustituimos los valores en la fórmula anterior, la frecuencia de oscilación propia será:

$$f = 50 \times 10^4 \cdot \frac{8}{83,75^2} = 570,28$$

Ahora pasamos a compararla con la frecuencia de red para ver si el cociente entre ambas es aceptable:

$$\frac{f_{op}}{f_{red}} = \frac{570,28}{50} = 11,40$$

Como puede verse, estamos muy lejos de posibles resonancias ya que el cociente entre ambas frecuencias difiere de los valores de riesgo (1,2 y 3).

- CALENTAMIENTO

Por último, debe garantizarse que el calentamiento de los elementos provocado por las I_{cc} , en el cobre, determinan tiempos máximos admisibles, de acuerdo con la fórmula siguiente, y que estos tiempos sean menores que los tiempos de corte previstos para las protecciones de los interruptores automáticos en las cabeceras de cada cuadro:

$$t \leq \frac{S^2 \cdot K^2}{I_{cc}^2} \quad (\text{UNE 20460-5-54})$$

Donde:

S = Sección real del conductor de cobre en mm^2 . (Sección de la pletina = 800 mm^2)

K = Coeficiente dependiente del conductor y de su aislamiento. Para el caso de barras de cobre será $K = 13 \times \sqrt{150}$.

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito en A. En este caso 42.370 A.

Sustituyendo obtenemos un tiempo de:

$$t \leq \frac{800^2 \cdot 159,21^2}{42.370^2} = 9,03 \text{ seg.}$$

Por lo tanto, el tiempo de corte del interruptor de cabecera del CGBT, tiene que ser inferior a 9 segundos para que el barraje de Baja Tensión no sufra ningún daño.

2.6 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.6.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de $200 \Omega\text{m}$.

No obstante, en la instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13, encontramos una tabla orientativa con diferentes tipos de terreno y su resistividad que mostramos a continuación:

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD EN OHMIOS*METRO
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silicea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2.000 a 3.000
Balasto o grava	3.000 a 5.000

Tabla 23. Resistividad de diferentes terrenos

2.6.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de MT.

Para un valor de resistencia de puesta a tierra del Centro de 6.2Ω , la intensidad máxima de defecto a tierra es 500 Amperios y el tiempo de desconexión del defecto es inferior a 0.7 segundos, según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA).

Para el cálculo de la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 necesitamos unos valores para las constantes K y n, que en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía inferior a 0,9 segundos son:

- K = 72
- n = 1

2.6.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales

como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

El método UNESA proporciona un sistema de cálculo para proyectar la instalación de puesta a tierra para centros de tercera categoría, basándose en unos electrodos tipo; del mismo modo proporciona un método para calcular las tensiones de paso y contacto y la resistencia de puesta a tierra que se obtendrá con el electrodo tipo seleccionado.

Existen tres configuraciones de electrodos:

- Bucle rectangular de conductor de cobre desnudo de sección 50 mm², sin picas.
- Bucle rectangular con 4/8 picas de diámetro 14 mm y longitudes 2, 4, 6, u 8 m.
- Electrodo longitudinal con 2, 3, 4, 6, u 8 picas alineadas.

La tierra de protección estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 8.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 12.00 m.

Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 36 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,0627	0,0107	5/28
3	0,0410	0,00640	5/38
4	0,0311	0,00456	5/48
6	0,0215	0,00290	5/68
8	0,0167	0,00212	5/88

Tabla 24. Parámetros característicos de los electrodos de puesta a tierra

Según la descripción de la tierra, de la tabla 24 obtenemos los parámetros de electrodo:

- Código 5/48 del método de cálculo de tierras de UNESA.
 - K_r (Coeficiente de Resistencia) = $0.0311 \Omega / (\Omega \text{ m})$
 - K_p (Coeficiente de Tensión de paso) = $0.00456 \text{ V} / (\Omega \text{ m A})$

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Código 5/48 del método de cálculo de tierras de UNESA.
 - K_r (Coeficiente de Resistencia) = $0.0311 \Omega / (\Omega \text{ m})$
 - K_p (Coeficiente de Tensión de paso) = $0.00456 \text{ V} / (\Omega \text{ m A})$

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 8.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 12.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 36 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω según las recomendaciones de UNESA.

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{24}{0,65} = 37 \, \Omega$$

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

2.6.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

TIERRA DE PROTECCIÓN

Se denomina tensión de defecto a la que aparece entre el electrodo de puesta a tierra y un punto del terreno a potencial cero, cuando hay un paso de corriente de defecto por el electrodo a tierra.

$$U_d = R_t \cdot I_d$$

Donde:

U_d = Tensión de defecto en Voltios

R_t = Resistencia de puesta a tierra en Ω

I_d = Corriente de defecto. En este caso, según la compañía 500 A.

Para el cálculo de esta tensión necesitamos calcular la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro, que viene dada por la siguiente fórmula:

$$R_t = K_r \cdot \rho_{tierra}$$

Donde:

R_t = Resistencia de puesta a tierra

K_r = Coeficiente de resistencia. Según la tabla 24, es 0,0311 $\Omega/(\Omega \cdot m)$

ρ_t = Resistividad según la naturaleza del terreno. Según investigación previa del terreno, 200 $\Omega \cdot m$

Sustituyendo todos los datos en las ecuaciones anteriores, obtenemos unos valores de resistencia de puesta a tierra y de tensión de contacto de:

$$R_t = K_r \cdot \rho_{tierra} = 0,0311 \cdot 200 = 6,2 \, \Omega$$

$$U_d = R_t \cdot I_d = 6,2 \cdot 500 = 3110 \, V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 4000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

TIERRA DE SERVICIO

Comprobamos que la resistencia de puesta a tierra de las masas (R_t) es menor que la resistencia de puesta a tierra del electrodo de la tierra de servicio, calculada anteriormente.

$$R_{tierra\ proteccion} = 6,2\ \Omega < R_{tierra\ servicio} = 37\ \Omega$$

2.6.5 CÁLCULO EN EL EXTERIOR DE LAS INSTALACIONES

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho_{terreno} \cdot I_d$$

Donde:

U_p = Tensión de paso en el exterior en V.

K_p = Coeficiente de tensión de paso (Tabla 24)

ρ_t = Resistividad del terreno. En este caso $200\ \Omega \cdot m$

I_d = Corriente de defecto. Según los datos de la Cía. 500 A

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior, obtenemos una tensión de paso de:

$$U_p = 0,00456 \cdot 200 \cdot 500 = 456\ V$$

2.6.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p\text{ acceso}} = U_d = R_t \cdot I_d$$

Donde:

U_p = Tensión de paso de acceso en V.

R_t = Resistencia del sistema de P.A.T. Calculado anteriormente (6,2 Ω)

I_d = Corriente de defecto. Según los datos de la Cía. 500 A.

Sustituyendo, obtenemos un valor de la tensión de paso de acceso de:

$$U_{p\text{ acceso}} = U_d = 6,2 \cdot 500 = 3100 \text{ V}$$

2.6.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES MÁXIMAS APLICADAS

Debemos calcular las tensiones de paso y contacto máximas admisibles que en función del tiempo según el MIE-RAT 13, son admisibles en una instalación.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según la instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Donde:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios

$K = 72$

$n = 1$

t = Duración de la falta en segundos. En este caso 0,7 segundos.

Sustituyendo en la expresión anterior, obtenemos una tensión máxima de contacto de:

$$U_{ca} = \frac{72}{0,7^1} = 102,86 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones extraídas de la instrucción técnica complementaria anterior:

$$U_{p \text{ exterior}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_t}{1000} \right)$$

$$U_{p \text{ acceso}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 \cdot \rho_t + 3 \cdot \rho_h}{1000} \right)$$

Donde:

U_p = Tensiones de paso en Voltios

$K = 72$

$n = 1$

t = Duración de la falta. En este caso 0,7 segundos

ρ_t = Resistividad del terreno. En este caso $200 \Omega \cdot m$

ρ_h = Resistividad del hormigón = $3000 \Omega \cdot m$

Sustituyendo los valores en las expresiones anteriores, obtenemos unas tensiones de paso de:

$$U_{p \text{ exterior}} = 10 \cdot \frac{72}{0,7^1} \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1000} \right) = 2262,9 \text{ V}$$

$$U_{p \text{ acceso}} = 10 \cdot \frac{72}{0,7^1} \left(1 + \frac{3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) = 10902,9 \text{ V}$$

Por último, debemos comprobar que los valores de las tensiones de paso calculados en el apartado anterior, son inferiores a los máximos admisibles:

- En el exterior:

$$U_{p \text{ exterior}} = 456 \text{ V} < U_{p \text{ exterior máx}} = 2262,9 \text{ V}$$

- En el acceso al Centro de Transformación:

$$U_{p \text{ acceso}} = 3100 \text{ V} < U_{p \text{ acceso máx}} = 10902,9 \text{ V}$$

2.6.8 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al optar en el diseño de la puesta a tierra por dos sistemas separados, uno de protección y otro de servicio, se debe tener en cuenta que las tensiones de defecto que aparecen en el electrodo de puesta a tierra de protección alcanzan valores muy superiores a las tensiones de servicio.

Debe evitarse que la tensión de defecto en el electrodo de protección transmita al de puesta a tierra de servicio una tensión mayor de 1.000 V.

Con el objeto de garantizar que no se sobrepase la citada tensión transferida, según la ITC-BT-18 existirá una distancia de separación mínima entre los electrodos de los distintos sistemas de puesta a tierra, determinada por la siguiente expresión:

$$D_{min} \geq \frac{\rho_t \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

D_{min} = Distancia mínima entre los electrodos de las tierras en metros

ρ_t = Resistividad del terreno. En este caso 200 $\Omega \cdot m$

I_d = Corriente de defecto. Según los datos de la Cía. 500 A.

Sustituyendo, obtenemos que la distancia mínima entre ambas tomas de tierra debe de ser:

$$D_{min} \geq \frac{200 \cdot 500}{2000 \cdot \pi} = 15,92 \text{ m}$$

2.6.9 RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

Esta red se ha previsto mediante cable desnudo de cobre de 50 mm² enterrado por debajo de la primera solera del edificio, realizándose el enlace desde él a todas las estructuras metálicas de cada pilar y cada cierta distancia en muros de hormigón armado, derivando con un latiguillo del mismo cable hasta los pilares.

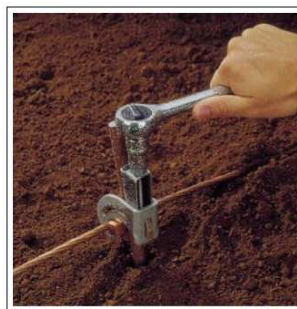


Figura 23. Puesta a tierra mediante cable de cobre desnudo

Las conexiones se realizarán con soldaduras aluminotérmicas, utilizando en cada caso el útil adecuado. No deberán hacerse bucles con el cable enterrado, que salgan a buscar las conexiones en los pilares.

La longitud estimada para el cable enterrado para cerrar el circuito de la conexión equipotencial de puesta a tierra de la Estructura del Edificio es del orden de los 210 m. Con este dato y conociendo la resistividad del terreno obtendremos el valor máximo de la resistencia del electrodo por la expresión:

$$R_t = \frac{2 \cdot \rho_t}{L_t}$$

Donde:

R_t = Resistencia del electrodo en Ω

ρ_t = Resistividad del terreno. En este caso 200 $\Omega \cdot m$

L_t = Longitud del conductor enterrado

Sustituyendo los datos en la expresión, obtenemos un valor de la resistencia de la red de tierra del edificio de:

$$R_t = \frac{2 \cdot 200}{210} = 1,9 \Omega$$

Además, la red quedará enlazada con la de Protección en Baja Tensión a través de un puente de comprobación en cumplimiento de la ITC-BT-26 apartado 3.



Figura 24. Puente de comprobación de tomas de tierra

Para realizar correctamente este procedimiento es necesario efectuar in situ una correcta medición de la resistividad del terreno “ ρ_t ”, de manera que se pueda tomar el valor real del mismo.

2.6.10 RED DE PUESTA A TIERRA PARA PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN

Esta red ha de quedar enlazada con la puesta a tierra de la Estructura del edificio, según lo dispuesto en la ITC-BT-26 apartado 3.

De manera que se dispondrán en paralelo la resistencia de la puesta a tierra de las masas de baja tensión, la resistencia de puesta a tierra de las masas de alta tensión y la puesta a tierra de los neutros.

Es necesario el cálculo de la resistividad del terreno ya que el mantenimiento de los valores de resistencias de tierras calculados deben ser válidos durante toda la vida de la instalación.

Con lo anteriormente comentado garantizamos que, si el defecto se cierra exclusivamente por la puesta a tierra de protección o por la puesta a tierra de la estructura del edificio, en ambos casos las intensidades de defecto serán suficientes para accionar las aperturas de los órganos de protección.

Para otros valores de resistencias de tierra, se presentan casos similares y para valores muy bajos de resistencia a tierra, hay que tener presente que las intensidades de defecto pueden llegar a valores de cortocircuito, por lo que debe ponerse especial atención a no dejar el corte del defecto a elementos diferenciales, cuya capacidad de corte en carga puede ser insuficiente para las exigencias del cortocircuito en cada caso.

Éste electrodo quedará unido a la barra general de protección del CGBT intercalando un puente de comprobación.

2.6.11 ENLACE ENTRE LAS REDES DE TIERRA ESTABLECIDAS

La instalación de todos los puentes de comprobación que sirven de conexión entre los electrodos de puesta a tierra y redes, así como, de medida periódica de la resistencia de puesta a tierra de cada uno de los electrodos, irá centralizada en el local del Cuadro General de Baja Tensión, cada uno en una caja de 360×180×170 mm con una rigidez dieléctrica de 5 kV para cable hasta 150 mm² en cobre.

Desde estas cajas se unirán los electrodos de Estructura de Edificio, de Protección de Baja Tensión y de Protección de Masas de AT. Quedando aislado el de los Neutros del Transformador y del Neutro del Grupo Electrógeno, que se unirán para formar el sistema TN.

Otras tomas de tierra que se establezcan como las de:

- Pararrayos

- Guías de Ascensores
- Tuberías metálicas de fontanería
- Cuartos de Bombas, de RITI, etc.

Se conectarán a la Red general de la Estructura del Edificio, además de tener sus propios electrodos y cajas de seccionamiento y comprobación.

2.6.12 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Al no poder garantizar la independencia de las tierras, se ha establecido que la instalación sea TN-S.

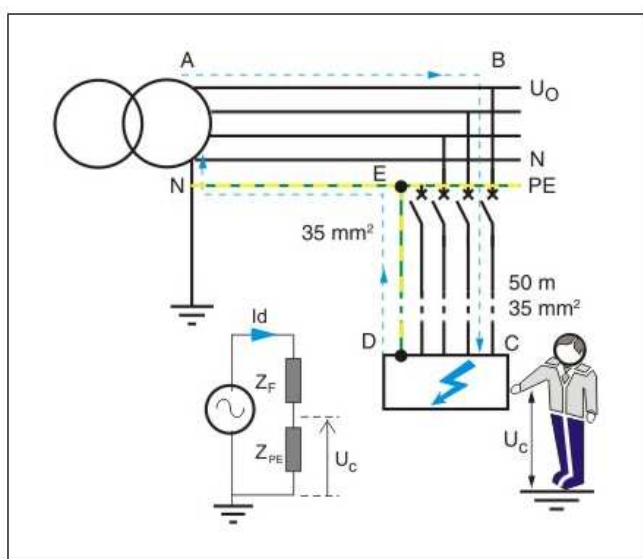


Figura 25. Contacto indirecto en esquema TN-S

En el esquema TN, según la ITC-BT-24, pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles o interruptores automáticos
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual

En las líneas que alimenten tomas de corriente ≤ 20 A, destinadas a ser utilizadas por personal no cualificado ni experto, los diferenciales a emplear tendrán una intensidad asignada de operación que no exceda de 30 mA.

Con miras a la selectividad se utilizarán dispositivos de corriente diferencial-residual temporizado (por ejemplo del tipo “S”) en serie con dispositivos de protección

diferencial-residual de tipo general, instalados siempre en asociación con interruptores de poder de corte asignados suficientes.

3. CÁLCULO DEL PARARRAYOS

El presente estudio se ha realizado para concretar la necesidad de la instalación de un pararrayos en el edificio en cuestión. Este cálculo se ha diseñado a partir de la sección SU 8 (Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo) del código técnico de la edificación.

Este código nos dicta la necesidad o no de la instalación de un pararrayos y en caso afirmativo del tipo necesitado.

3.1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

Donde:

N_g = densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km^2), obtenida según la figura 26.

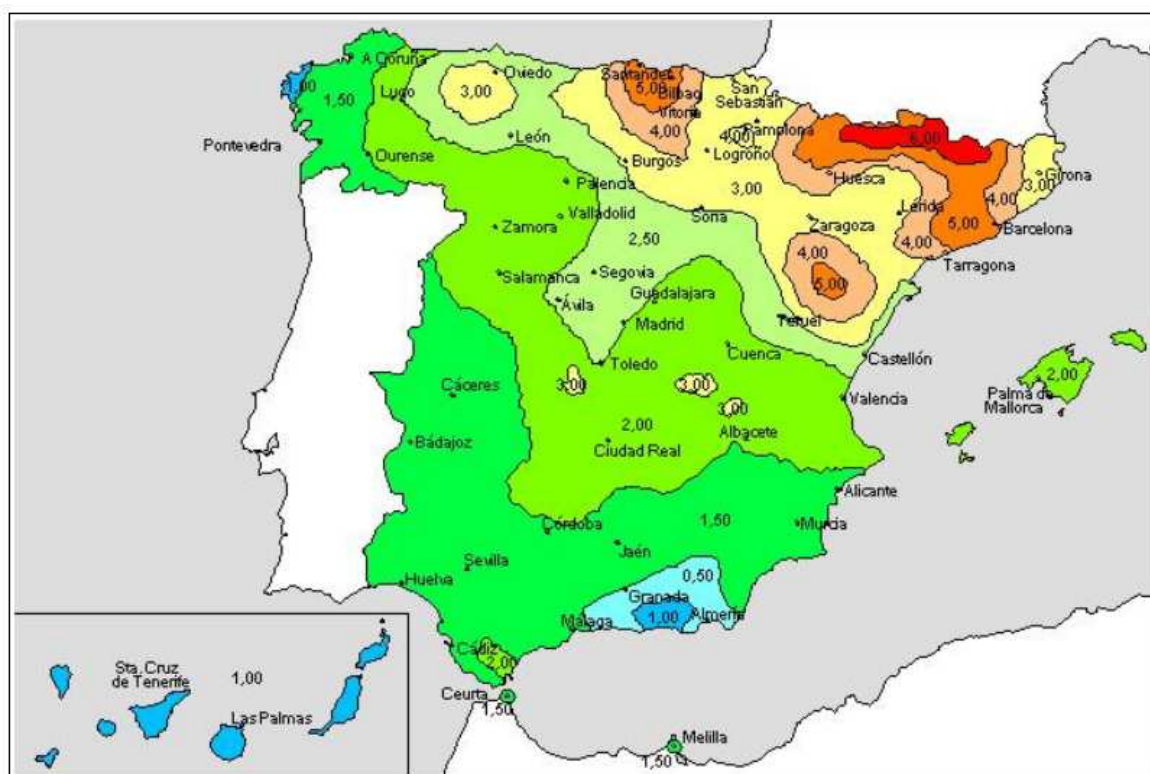


Figura 26. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno (N_g)

A partir del emplazamiento del edificio, se ha escogido un valor N_g de 2,5.

A_e = Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

La superficie de captura equivalente calculada para nuestro edificio será de 14250 m^2 .

C_1 = Coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 25.

Coeficiente C ₁	
Situación del edificio	C ₁
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 25. Valores del coeficiente C_1

Mirando la tabla, escogemos un valor de 0,5 ya que los edificios próximos al centro médico, son de una altura similar.

Sustituyendo los valores, obtenemos un valor de descargas al año de:

$$N_e = 2,5 \cdot 14250 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,018 \text{ [nº impactos/año]}$$

El riesgo admisible N_a , puede determinarse según el Documento Básico SU Sección 8, mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{C} \text{ [nº impactos/año]}$$

Donde:

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5$$

C_2 = Coef. en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 26

Coeficiente C_2			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 26. Valores del coeficiente C_2

Al ser un edificio con estructura de hormigón y cubierta de hormigón, escogemos un valor de C_2 de 1.

C_3 = Coef. en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 27.

Coeficiente C_3	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 27. Valores del coeficiente C_3

El contenido del centro médico no está catalogado específicamente como material inflamable, por lo que escogeremos un valor de C_3 de 1.

C_4 = Coef. en función del uso del edificio, conforme a la tabla 28.

Coeficiente C_4	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 28. Valores del coeficiente C_4

Al tratarse de un edificio de uso sanitario, obtenemos un valor de C_4 de 3.

C_5 = Coef. en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 29.

Coeficiente C_5	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 29. Valores del coeficiente C_5

Al ser un centro médico, su deterioro interrumpiría un servicio imprescindible, por lo que escogemos un valor de C_5 de 5.

Sustituyendo los valores anteriores, obtenemos un valor de riesgo admisible de descargas de:

$$N_a = \frac{5.5 \cdot 10^{-3}}{15} = 0,0004 \text{ [n}^\circ \text{ impactos/año]}$$

Por lo tanto, se observa que el valor de la frecuencia aceptable de rayos (N_a) es menor que la frecuencia esperada de rayos (N_e), con lo cual **se deberá instalar** un sistema de protección contra rayos.

$$N_e = 0,018 > N_a = 0,0004$$

3.2 TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO

Cuando, conforme a lo establecido en el apartado anterior, sea necesario disponer una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia “E” que determina la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

Sustituyendo en la expresión anterior, obtenemos una eficiencia de:

$$E = 1 - \frac{0,0004}{0,018} = 0,97$$

La tabla 30 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SU B.

Componentes de la instalación	
Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Tabla 30. Nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida

Comparando el valor de la eficiencia “E”, con la tabla del nivel de protección, nos da el tipo de pararrayos que es necesario para proteger la estructura estudiada. En este caso será uno del tipo II.

En el Anexo B del CTE Sección SU-8, el cual trata las “Características de las instalaciones de protección frente al rayo”, expone que los sistemas de protección contra el rayo deben constar de un sistema externo, un sistema interno y una red de tierra.

El sistema externo de protección contra el rayo está formado por dispositivos captadores y por derivadores o conductores de bajada.

Los dispositivos captadores podrán ser puntas Franklin, mallas conductoras y pararrayos con dispositivo de cebado.

En nuestro caso se dispondrá la instalación de un pararrayos con dispositivo de cebado, modelo Nimbus CPT-1 del fabricante Cirprotec. En la memoria descriptiva se describen las características del pararrayos citado.

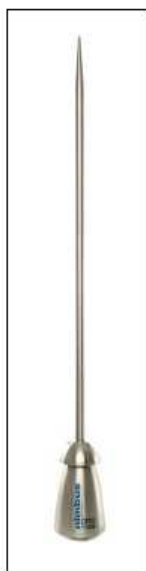


Figura 27. Cabeza captadora Nimbus CPT-1

3.3 CÁLCULO DEL VOLUMEN PROTEGIDO MEDIANTE PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO

Cuando se utilicen pararrayos con dispositivo de cebado, el volumen protegido por cada punta se define de la siguiente forma:

- Bajo el plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia D y cuyo radio es:

$$R = D + \Delta L$$

Donde:

R = Radio de la esfera en m que define la zona protegida

D = Distancia en metros que figura en la tabla 31 en función del nivel de protección

ΔL = Distancia en metros función del tiempo del avance en el cebado Δt del pararrayos en μs . Se adoptará $\Delta L = \Delta t$ para valores de Δt inferiores o iguales a 60 μs , y $\Delta L = 60$ m para valores de Δt superiores.

Distancia D	
Nivel de protección	Distancia D m
1	20
2	30
3	45
4	60

Tabla 31. Distancia D

- Por encima de este plano, el volumen protegido es el de un cono definido por la punta de captación y el círculo de intersección entre este plano y la esfera.

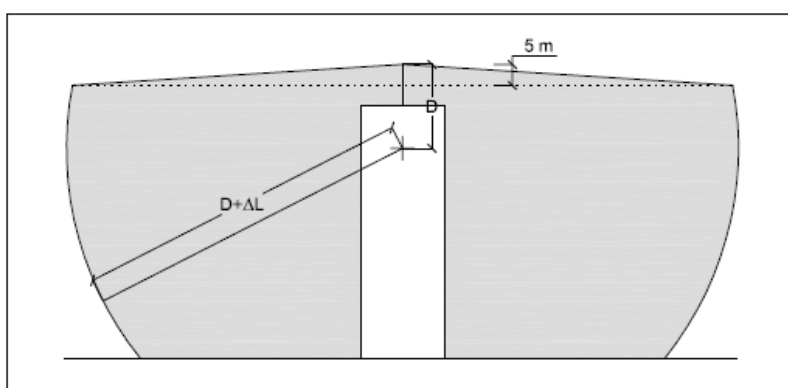


Figura 28. Volumen protegido por un pararrayos con dispositivo de cebado

Fijándonos en la tabla 32, obtenida del catálogo del fabricante Cirprotec, tenemos que $\Delta L = 27 \mu s$, lo que nos da un valor de radio de protección de 47 metros, suficiente para garantizar que todo el edificio estaría protegido contra los efectos de la caída de un rayo.

Pararrayos Nimbus CPT-1 ref. 77901100		
AVANCE DE CEBADO	NIVEL	RADIO
27 μs	1	45
	2	51
	3	60
	4	67

Tabla 32. Características Nimbus CPT-1

4. CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

En la memoria descriptiva quedó justificada la colocación de una batería de condensadores para la reducción del factor de potencia de la instalación.

La potencia reactiva necesaria para la batería de condensadores, viene dada por la expresión siguiente:

$$Q_c = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

Donde:

Q_c = Potencia reactiva necesaria

P = Potencia activa de la instalación

$\operatorname{Tg}\varphi_1$ = Factor de potencia antes de la corrección

$\operatorname{Tg}\varphi_2$ = Factor de potencia que queremos conseguir

Se parte de una potencia activa en la instalación de 601,4 kW con un factor de potencia de 0,8 y se desea conseguir un factor de potencia de 0.95. Para ello, sustituyendo en la expresión anterior, obtenemos una potencia reactiva necesaria de:

$$Q_c = 601,4(0,75 - 0,32) = 253.37 \text{ kVAr}$$

Por lo que la batería escogida de 300 kVAr escalonados en 10 kVAr es válida.

5. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para la realización de los cálculos luminotécnicos, nos basaremos en el Código Técnico de la Edificación, en su Sección HE3, la cual trata “La eficiencia energética en las instalaciones de iluminación”.

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- Edificios de nueva construcción.
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m².
- Interiores de viviendas.

Para los cálculos de iluminación, se han utilizado los siguientes conceptos y fórmulas:

▪ FLUJO LUMINOSO

Define la cantidad total de luz, radiada o emitida por la fuente durante un segundo. La unidad de medida de este concepto son los lúmenes.

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{UF \cdot Fm}$$

Donde:

Φ = Flujo luminoso expresado en lúmenes

E = Iluminancia en Lux

S = Superficie del local iluminado (m²)

UF = Factor de utilización

Fm = Factor de mantenimiento

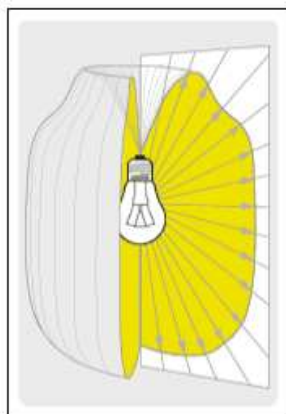


Figura 29. Flujo Luminoso

El *coeficiente de utilización* está tabulado en función de:

- Tipo de luminarias
- Índice del local
- Coeficientes de reflexión de las paredes

COLOR	REFLEXIÓN
Blanco	75 %
Claro	50 %
Medio	30 %
Oscuro	10 %

Tabla 33. Coeficientes de reflexión

El *Factor de mantenimiento* tiene en cuenta dos factores:

- La pérdida del flujo luminoso de las luces motivada tanto por su envejecimiento como por la suciedad que pueda depositarse en ellas
- La pérdida de reflexión del reflector

Los valores usados por el factor de mantenimiento oscilan entre 0,5 y 0,9 según el local:

- A instalaciones en locales limpios, con cambios frecuentes de la luces y con un mantenimiento efectivo, les corresponden altos factores de mantenimiento.
- A instalaciones en locales de ambiente con polvo y suciedad, con limpieza poco frecuente y un mantenimiento difícil de la instalación, se les aplica bajos.

■ ILUMINANCIA

También llamado nivel de iluminación, se define como el número de lúmenes por superficie, es decir, el flujo luminoso incidente por unidad de superficie.

La iluminancia se mide en Lux (lúmenes/m²) y está tabulada la mínima que debe darse según el local en la norma UNE-EN-12464.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Donde:

E = Iluminancia en Lux.

Φ = Flujo luminoso expresado en lúmenes

S = Superficie del local iluminado (m²)

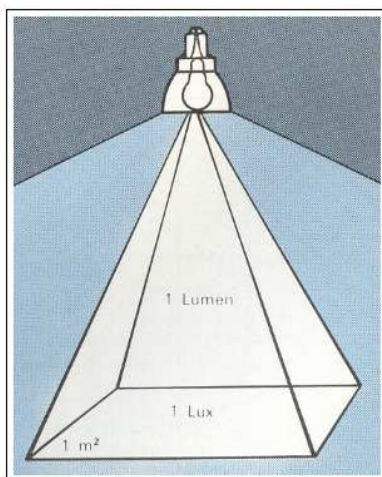


Figura 30. Iluminancia

▪ NÚMERO DE LUMINARIAS A COLOCAR

Desde el punto de vista práctico, lo que se calcula son el número de luminarias necesarias para proporcionar una determinada iluminancia, de forma que:

$$n = \frac{E \cdot S}{UF \cdot Fm \cdot \Phi_i} = \frac{\Phi}{\Phi_i}$$

Donde:

n = Número de luminarias a colocar

E = Iluminancia en Lux

S = Superficie del local iluminado (m^2)

UF = Factor de utilización

Fm = Factor de mantenimiento

Φ_i = Flujo luminoso de la luminaria a colocar

Por tanto, el número de luminarias a colocar dependerá de la relación entre el flujo luminoso total en el local a estudiar y el flujo luminoso de la luminaria a colocar en el mismo.

▪ ÍNDICE DEL LOCAL

Se obtiene del valor de K , definida por las siguientes fórmulas:

- Alumbrados directos:

$$K = \frac{L \cdot a}{h_a(1 + a)}$$

- Alumbrados indirectos:

$$K = \frac{3 \cdot L \cdot a}{2 \cdot h_a(1 + a)}$$

Donde:

L = Longitud del local

a = Anchura del local

h_a = Altura útil (altura del local menos la altura del plano de trabajo)

En general para las zonas dónde haya escritorios o sofás cuyo uso sea de lectura, se supondrá el plano de trabajo a 0,85 m. En pasillos y escaleras el plano útil será a nivel de suelo.

Con el valor de K, se obtiene el valor del índice del local mediante la siguiente tabla:

Valor de K	Índice del Local
< 0,7	0,6
0,7 a 0,9	0,8
0,9 a 1,12	1
1,12 a 1,38	1,25
1,38 a 1,75	1,5
1,75 a 2,25	2
2,25 a 2,75	2,5
2,75 a 3,5	3
3,5 a 4,5	4
> 4,5	5

Tabla 34. Índice del local

■ VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

Donde:

P = Potencia de las luminarias en W

S = Superficie del local en m^2

E = Iluminancia media mantenida en Lux

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

- Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;
- Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 35. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ⁽⁵⁾	5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ⁽¹⁾	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

Tabla 35. Valores límite de eficiencia energética

Una vez descritos los conceptos más importantes en el cálculo luminotécnico, pasamos a describir la secuencia a seguir para realizar dicho cálculo en un local:

1. Conocer información básica del local: dimensiones, altura de trabajo, color...
2. Según el uso del local se fija el nivel mínimo de luminancia según la UNE
3. Se determina la luminaria a colocar
4. Cálculo del factor de mantenimiento
5. Cálculo del índice del local
6. Cálculo del factor de utilización
7. Flujo a Instalar
8. Determinar el número de puntos de luz
9. Comprobar el Valor de Eficiencia Energética (VEEI)

El cálculo luminotécnico se ha realizado con el programa DIALUX. Este programa, partiendo de los datos del local, de la reflectancia y de la luminaria escogida, realiza de forma interna los pasos descritos anteriormente.

Tal y como se dijo anteriormente, la iluminación de los locales debe ajustarse a:

- Los lúmenes aconsejados por la UNE-12464 para los distintos locales según el uso de los mismos. Prestaremos especial atención a la sección de establecimientos sanitarios
- Al límite de Uniformidad estipulado por el CTE-SU-04
- Al valor de Eficiencia Energética de la Instalación definido en el CTE-HE-03

Por tanto, los datos que se recogen del programa se deben interpretar de forma que nos ajustemos a los límites marcados. A continuación, se muestra un ejemplo referido a la “Sala de reuniones”. En el ejemplo podemos ver los datos que nos proporciona el programa y qué parámetros tenemos que estudiar para comprobar que cumplimos la normativa vigente.

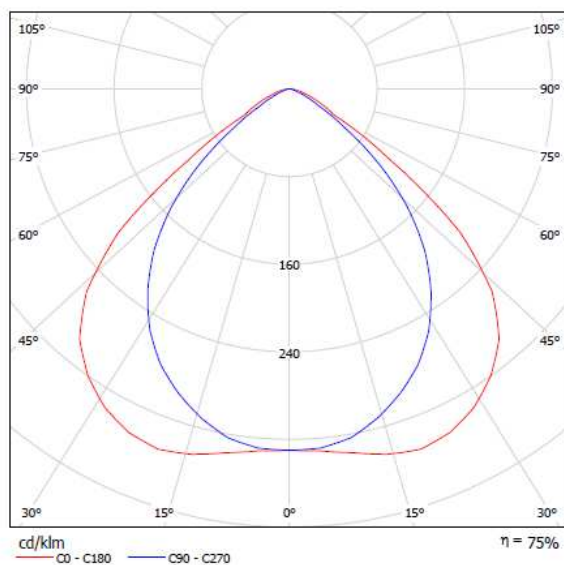
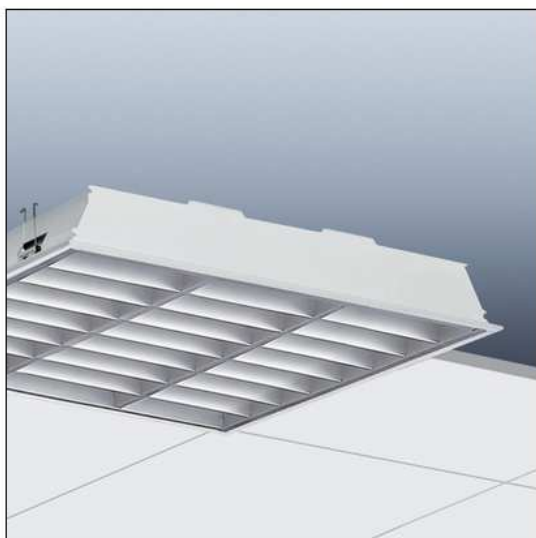
Ejemplo: CÁLCULO LUMINOTÉCNICO DEL LOCAL “SALA DE REUNIONES”

Los datos del local “sala de reuniones” son:

- Altura: 2,5 metros
- Ancho: 5,59 metros
- Largo: 7,83 metros
- Dado que es un local limpio y con un mantenimiento efectivo, el factor d mantenimiento será de 0,8

Las luminarias escogidas son pantallas de superficie con 3 tubos fluorescentes cada una de 26 W, modelo ENTERIO M73 RMV del fabricante TRILUX. Son luminarias especiales para lugares de reunión, oficinas, etc...

TRILUX Enterio M73 RMV 324 C/840



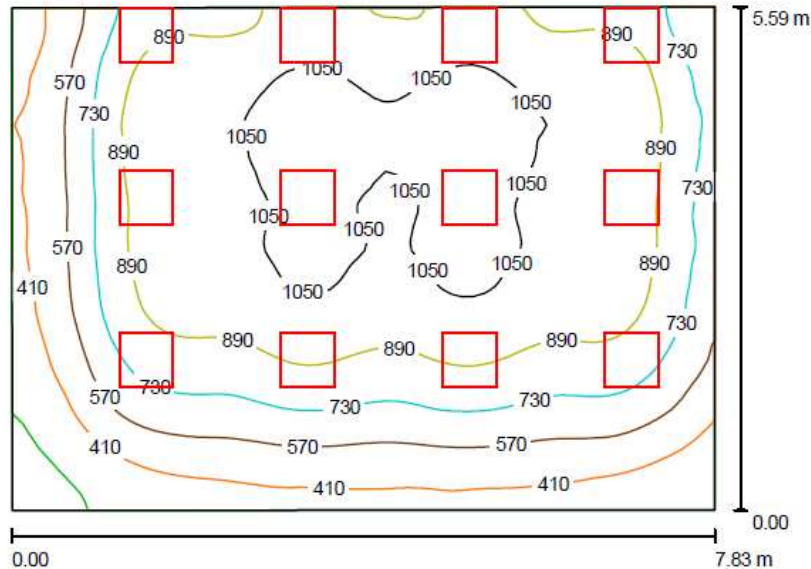
Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17.8	18.9	18.1	19.1	19.3	15.4	16.5	15.7	16.7	17.0
	3H	17.9	18.9	18.2	19.1	19.4	15.4	16.4	15.7	16.6	16.9
	4H	17.9	18.8	18.3	19.1	19.4	15.4	16.3	15.7	16.5	16.8
	6H	17.9	18.7	18.3	19.0	19.3	15.3	16.1	15.6	16.4	16.7
	8H	17.9	18.7	18.3	19.0	19.3	15.3	16.0	15.6	16.4	16.7
	12H	17.9	18.6	18.2	19.0	19.3	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6
4H	2H	17.8	18.7	18.1	18.9	19.2	15.7	16.6	16.0	16.9	17.1
	3H	18.0	18.7	18.3	19.0	19.4	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
	4H	18.0	18.7	18.4	19.0	19.4	15.7	16.3	16.1	16.7	17.0
	6H	18.0	18.6	18.4	19.0	19.3	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9
	8H	18.0	18.5	18.5	18.9	19.3	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
	12H	18.0	18.5	18.5	18.9	19.3	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8
8H	4H	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
	6H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.2	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8
	8H	18.0	18.3	18.4	18.8	19.2	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8
	12H	17.9	18.3	18.4	18.7	19.2	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8
12H	4H	17.9	18.3	18.3	18.8	19.2	15.6	16.0	16.0	16.4	16.9
	6H	17.9	18.3	18.4	18.7	19.2	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8
	8H	17.9	18.2	18.4	18.7	19.2	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H S = 1.5H S = 2.0H	+0.8 / -1.1 +1.9 / -4.3 +3.5 / -5.3					+1.1 / -2.0 +2.4 / -5.6 +3.2 / -7.7					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	-0.9					-3.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Figura 31. Detalles técnicos de la luminaria Trilux Enterio M73 RMV

Una vez introducidos en el programa los datos del local, y la luminaria escogida, el software nos devuelve la siguiente documentación técnica:

SALA DE REUNIONES / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:72

ILUMINANCIA MEDIA SOBRE EL PLANO ÚTIL					
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	800	175	1125	0.419
Suelo	20	708	255	986	0.360
Techo	70	158	88	602	0.561
Paredes (4)	50	330	103	3098	/

UNIFORMIDAD					
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	800	175	1125	0.419
Suelo	20	708	255	986	0.360
Techo	70	158	88	602	0.561
Paredes (4)	50	330	103	3098	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	TRILUX Enterio M73 RMV 324 C/840 (1.000)	5250	78.0
Total:			63000	936.0

Valor de eficiencia energética: $21.45 \text{ W/m}^2 \pm 2.68 \text{ W/m}^2$ 100 lx (Base: 43.64 m^2)

VEEI

Figura 32. Documentación técnica obtenida del software DIALUX

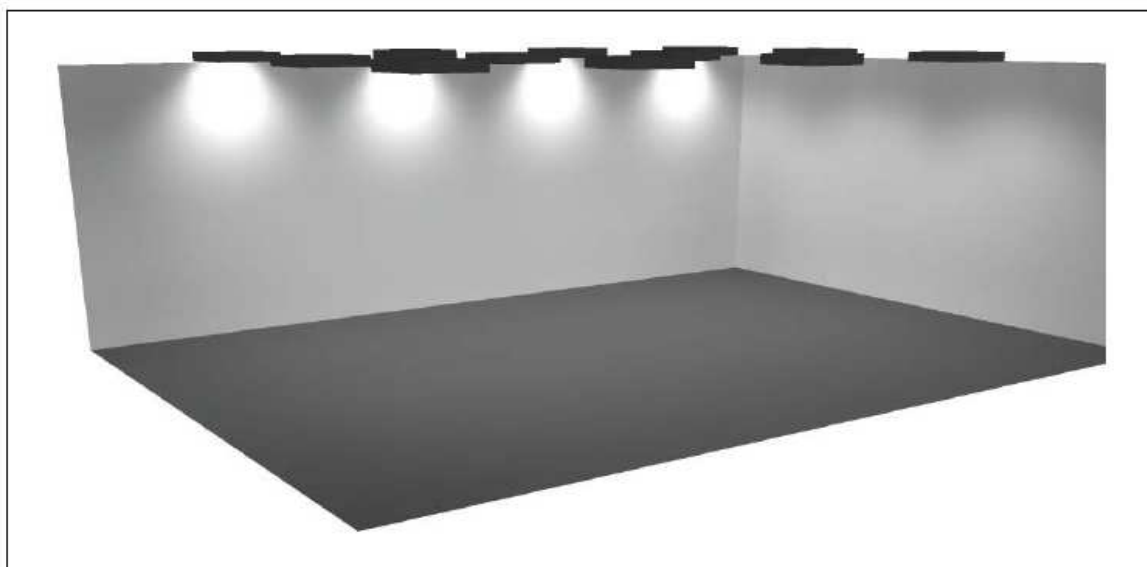


Figura 33. Representación en 3D del local analizado obtenido de DIALUX

Los datos más importantes y que nos permiten saber si cumplimos con la normativa vigente son:

- Iluminancia media: 800 lux
- Flujo luminoso: 5250 lúmenes
- VEEI: $2,68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lux}$
- Uniformidad: 0,419

Los datos límites obtenidos de la normativa son:

- Iluminancia media mínima: 300 lux (extraída de la norma UNE 12464.1)
- Uniformidad mínima: 0,4 (CTE Sección SU 4)
- VEEI límite: $10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lux}$ (Tabla 35 extraída del CTE Sección HE3)

Como vemos, los valores obtenidos se ajustan a la normativa vigente.

A continuación se adjuntan los resultados de los cálculos luminotécnicos de los distintos locales de la instalación. Se adjuntan sólo algunos ejemplos, con el fin de no extender demasiado la documentación, pero el cálculo de todos los locales se adjunta en el CD.

TRILUX Fidesca-BS 600 T 414/24 (24W) E Fidesca / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 49 81 96 100 70

Luminarias empotrables para locales estériles con difusor traslúcido de PLEXIGLAS.

Aplicaciones

Locales húmedos, zonas exteriores cubiertas y con elevadas exigencias higiénicas. Aplicación polivalente para techos de perfil oculto o visto y techos lisos. Opcional con marco para empotrar para techos lisos.

Sistema óptico

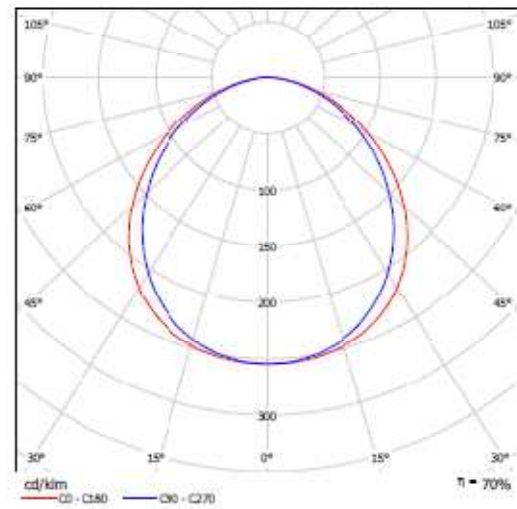
Difusor traslúcido en PLEXIGLAS, grado de transmisión del 80 %, superficie exterior lisa, facilitando la limpieza, particularmente estable, integrado a ras en el cuerpo de luminaria. Sujeción segura del difusor mediante cierres de resorte interiores. Con dispositivo para retirar fácilmente el difusor.

Cuerpo de luminaria

Cajata de acero zincado, lacada en polvo, blanca, con cuatro estríbos giratorios para la fijación de la luminaria. Sellado permanente del vacío de techo contra el polvo y la humedad mediante junta circundante en espuma de poliuretano.

versión eléctrica

Con balastos electrónicos (E) Multi-Lamp.

Emisión de luz 1:**Emisión de luz 1:**

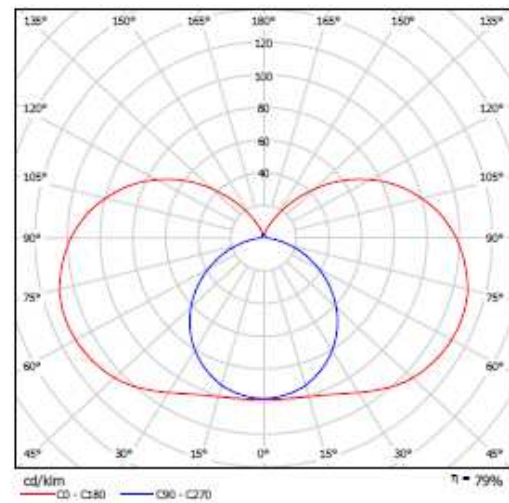
Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	80	80	30	70	70	80	80	30	30
p. Techo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
p. Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
p. Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño de local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	13.1	19.4	13.4	19.5	19.9	17.2	18.8	17.5	19.1	19.3	
	3H	19.5	20.7	19.9	21.5	21.2	18.9	20.1	19.2	20.3	20.6	
	4H	20.1	21.1	20.4	21.1	21.6	19.4	20.5	19.7	20.8	21.1	
	5H	20.5	21.5	20.8	21.8	22.1	19.8	20.8	20.1	21.1	21.4	
	6H	20.6	21.6	21.0	21.9	22.2	19.9	20.9	20.3	21.2	21.5	
4H	2H	18.7	19.8	19.0	20.1	20.4	18.2	19.3	18.6	19.6	19.9	
	3H	20.2	21.3	20.7	21.6	21.9	19.3	20.7	20.2	21.0	21.4	
	4H	21.0	21.8	21.4	22.2	22.5	20.4	21.3	20.8	21.5	22.0	
	5H	21.2	22.3	21.9	22.8	23.0	20.6	21.6	21.1	22.0	22.4	
	6H	21.7	22.3	22.1	22.7	23.2	21.1	21.7	21.5	22.1	22.5	
8H	2H	21.6	22.4	22.2	22.8	23.2	21.2	21.8	21.6	22.2	22.6	
	3H	21.2	21.9	21.7	22.3	22.7	20.7	21.4	21.2	21.8	22.2	
	4H	21.9	22.4	22.3	22.8	23.2	21.3	21.9	21.8	22.3	22.8	
	5H	22.1	22.6	22.6	23.0	23.5	21.5	22.0	22.1	22.6	23.0	
	6H	22.3	22.7	22.8	23.2	23.7	21.7	22.1	22.2	22.6	23.1	
12H	4H	21.2	21.8	21.7	22.3	22.7	20.6	21.3	21.2	21.8	22.2	
	5H	21.9	22.4	22.4	22.8	23.2	21.4	21.9	21.9	22.3	22.8	
	6H	22.2	22.6	22.7	23.1	23.6	21.7	22.1	22.2	22.6	23.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones dentro luminarias												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.2H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4					
S = 2.0H		+0.5 / -0.7					+0.5 / -0.8					
Tamaño estándar		B105					B105					
Sumando de corrección		3.4					2.8					
Evaluación de deslumbramiento corregida en relación a 2000lm flujo luminoso total												

TRILUX 6651/14 E Spiegelwandleuchten 66... / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 71
Código CIE Flux: 27 53 78 71 79

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

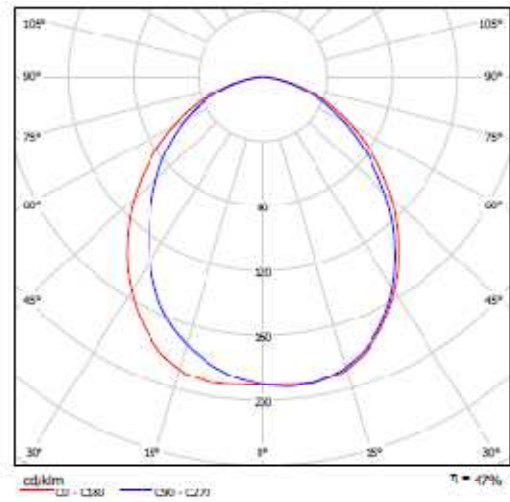
Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
p. Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
p. Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
p. Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y											
2H	2H	14.0	15.1	14.6	15.3	16.7	10.8	11.9	11.4	12.8	13.5	13.5
	3H	15.5	17.7	17.4	18.4	19.5	12.2	13.3	12.9	14.0	14.9	14.9
	4H	16.0	19.0	18.7	19.3	20.7	12.8	13.9	13.5	14.5	15.4	15.4
	5H	16.3	20.3	20.1	21.0	22.0	13.2	14.2	13.8	14.9	15.8	15.8
	6H	20.0	20.9	20.7	21.7	22.6	13.3	14.3	14.1	15.0	15.9	15.9
4H	2H	20.6	21.5	21.3	22.2	23.2	13.4	14.3	14.2	15.1	16.0	16.0
	3H	14.5	15.5	15.2	16.3	17.2	12.5	13.4	13.1	14.1	15.0	15.0
	4H	17.5	18.5	18.2	19.1	20.0	14.1	15.0	14.9	15.8	16.7	16.7
	5H	19.0	19.8	19.8	20.6	21.6	14.9	15.7	15.7	16.5	17.5	17.5
	6H	20.5	21.3	21.3	22.1	23.0	15.8	16.3	16.4	17.1	18.1	18.1
6H	2H	21.3	22.0	22.1	22.8	23.8	15.8	16.4	16.6	17.2	18.2	18.2
	3H	22.0	22.6	22.8	23.5	24.5	15.9	16.5	16.7	17.3	18.4	18.4
	4H	19.3	20.0	20.1	20.8	21.8	16.2	16.9	17.0	17.7	18.7	18.7
	5H	21.1	21.7	22.0	22.5	23.6	17.2	17.8	18.0	18.6	19.6	19.6
	6H	22.0	22.6	22.9	23.4	24.4	17.5	18.1	18.3	19.0	20.0	20.0
12H	2H	23.0	23.4	23.8	24.3	25.3	17.9	18.4	18.8	19.2	20.3	20.3
	4H	19.4	20.0	20.2	20.8	21.8	16.5	17.1	17.3	17.9	18.9	18.9
	6H	21.2	21.7	22.1	22.6	23.6	17.7	18.2	18.5	19.1	20.1	20.1
3H		22.2	22.7	23.1	23.5	24.6	18.3	18.7	19.1	19.6	20.6	20.6
Interacción de la posición del espectador para separaciones > entre luminarias												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.2H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 2.0H		+0.3 / -0.3					+0.4 / -0.4					
Tamaño estándar		B/C12					B/C13					
Sumando de corrección		0.7					0.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm (flujo luminoso total)												

TRILUX Inperia C2 HR 2TCT26/32 ... (32W) + DA-M ... E Inperia / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 53 84 97 100 47

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

TRILUX Alhama 235 PC E ALHAMA / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 81
Código CIE Flux: 37 66 87 82 81

Aplicaciones

Aparcamientos exteriores, marquesinas – siempre a cubierto. Locales húmedos, aparcamientos interiores ventilados, almacenes interiores y exteriores a cubierto, granjas, invernaderos.

Sistema óptico

Diffusor transparente de policarbonato.

Ampos emisores con protección UV, tallado por inyección con prismática diseñada para una óptima distribución de la luz y extremos texturizados para ocultar los portalamparas. Bandeja fabricada en chapa de acero lacada en blanco (RAL 9003). Clips plásticos como estándar y bajo demanda en acero inoxidable V2A. Muelles de fijación en acero inoxidable, imprescindibles para su fijación al techo o suspensión con triángulo.

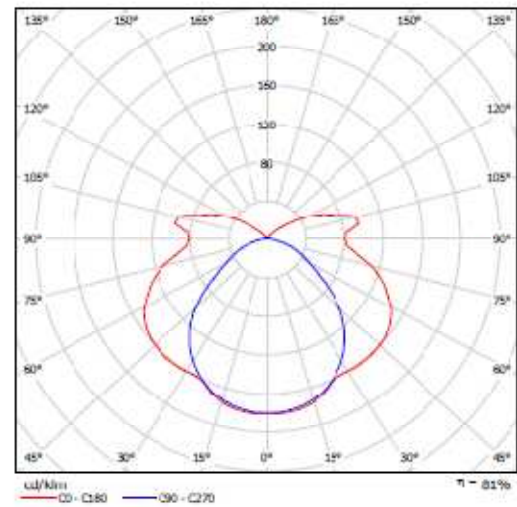
Cuerpo de luminaria

Luminaria estanca fabricada en carcasa de policarbonato por inyección, con protección UV, color gris (RAL 7035) integra dos soportes para la fijación de la bandeja que, al mismo tiempo, permiten suspenderla para realizar la conexión. Junta de estanqueidad de poliuretano que garantiza un índice de protección IP66.

Versión eléctrica

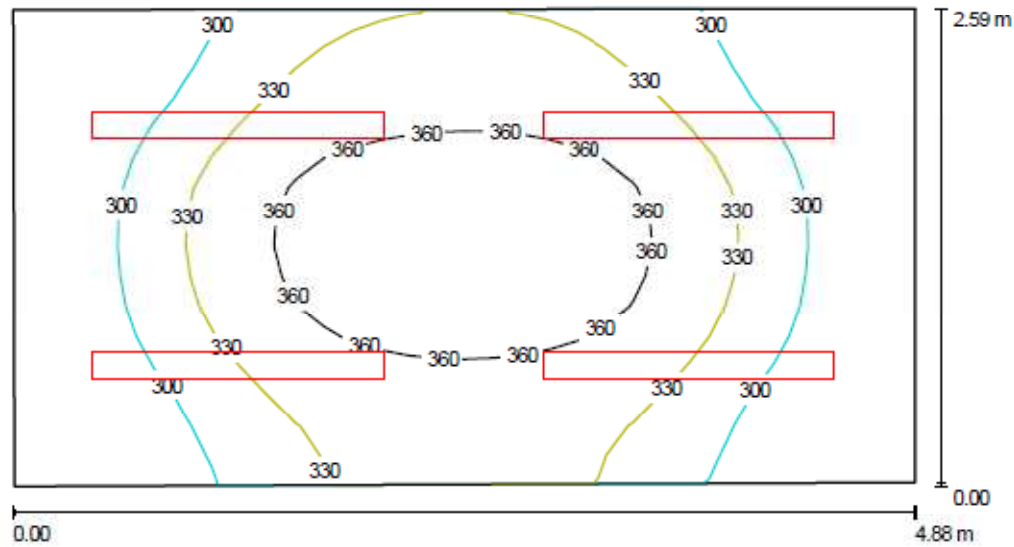
Con balasto electrónico.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR													
α Techo		70	70	50	30	30	70	70	50	30	30	70	
β Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	50	
γ Suelo		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Tamaño de sala X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	3H	18,4	18,6	18,9	19,1	20,7	17,1	18,3	18,6	18,8	17,4		
	3H	20,8	21,9	21,3	22,4	23,1	16,2	17,3	16,7	17,8	18,5		
	4H	21,9	23,0	22,5	23,6	24,2	16,5	17,6	17,1	18,2	18,8		
	6H	23,0	24,0	23,6	24,6	25,2	16,7	17,7	17,4	18,5	19,0		
	8H	23,5	24,4	24,1	25,0	25,7	16,8	17,7	17,4	18,4	19,1		
4H	3H	18,9	19,9	19,5	20,5	21,2	16,5	17,6	17,1	18,2	18,9		
	3H	21,5	22,4	22,2	23,1	23,8	17,6	18,6	18,1	19,2	20,2		
	4H	22,9	23,7	23,5	24,3	25,1	18,0	19,0	18,5	19,6	20,7		
	6H	24,1	24,9	24,6	25,5	26,2	18,3	19,3	18,8	20,0	20,9		
	8H	24,7	25,4	25,4	26,1	26,9	18,9	19,5	19,1	20,2	21,0		
8H	3H	19,3	20,3	20,0	21,0	21,7	16,9	18,0	17,5	18,6	19,3		
	3H	22,3	23,3	23,0	24,0	24,7	18,6	19,6	19,1	20,2	21,0		
	4H	24,7	25,7	25,4	26,4	27,1	20,3	20,8	20,3	21,4	22,4		
	6H	25,4	26,4	26,1	27,1	27,8	20,5	21,0	20,5	21,7	22,6		
	8H	26,3	26,6	26,9	27,4	28,2	20,7	21,1	21,4	21,8	22,7		
12H	3H	20,3	21,3	21,0	22,0	22,7	18,9	19,6	19,1	20,2	21,0		
	3H	24,7	25,7	25,4	26,4	27,1	20,8	21,3	20,8	22,0	22,9		
	4H	25,5	26,0	26,3	26,7	27,6	21,2	21,6	21,9	22,3	23,2		
Variación de la posición del espectador para separaciones entre luminarias													
S = 1,0H		+0,1 / -0,1						+0,1 / -0,1					
S = 1,5H		+0,2 / -0,2						+0,2 / -0,2					
S = 2,0H		+0,3 / -0,4						+0,3 / -0,3					
Tamaño estándar		8x10						8x10					
Sumario de corrección		9,3						4,1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 8000lm Flujo luminoso total													

CASETONES / Resumen

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	319	235	380	0.735
Suelo	20	319	237	380	0.745
Techo	30	345	106	1185	0.306
Paredes (4)	30	353	143	1027	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 32 x 16 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

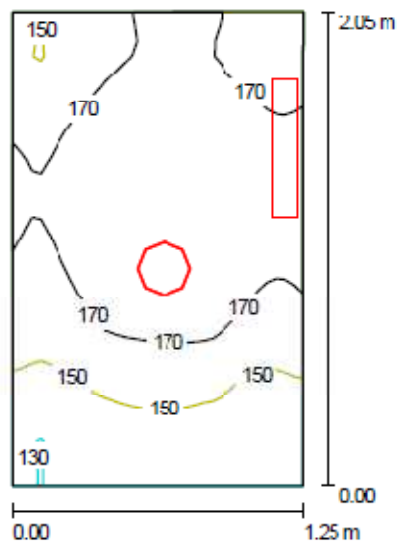
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	TRILUX Alhama 235 PC E ALHAMA (1.000)	6600	78.0
Total:			26400	312.0

Valor de eficiencia energética: $24.86 \text{ W/m}^2 = 7.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.55 m^2)

CASETONES / Rendering (procesado) en 3D



ASEOS GENEC / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:27

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	165	126	190	0.763
Suelo	20	165	129	190	0.778
Techo	70	173	76	607	0.440
Paredes (4)	50	183	66	668	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

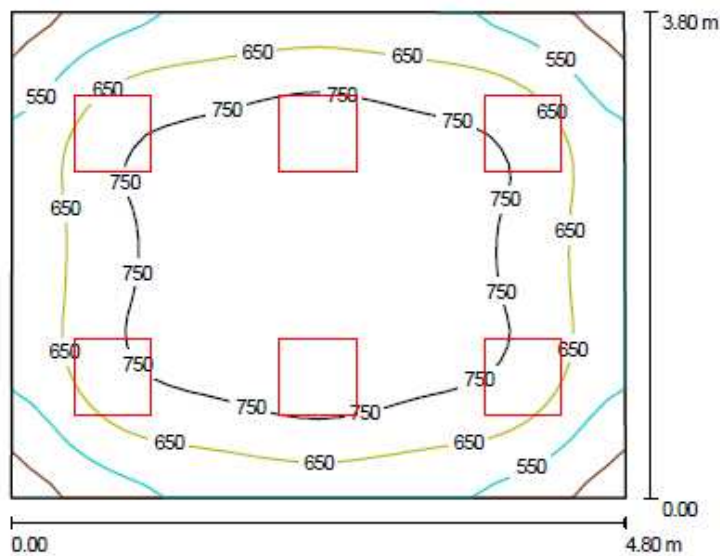
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	TRILUX 6651/14 E Spiegelwandleuchten 66... (1.000)	1200	16.0
2	1	TRILUX Inperia C2 HR 1TCT26/32 ... (32W) + DA-M ... E Inperia (1.000)	2400	35.0
Total:			3600	51.0

Valor de eficiencia energética: $19.89 \text{ W/m}^2 = 12.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.56 m^2)

ASEOS GENEK / Rendering (procesado) en 3D



EXTRACCION 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	687	410	843	0.597
Suelo	20	544	370	669	0.679
Techo	70	163	131	202	0.801
Paredes (4)	50	380	167	612	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

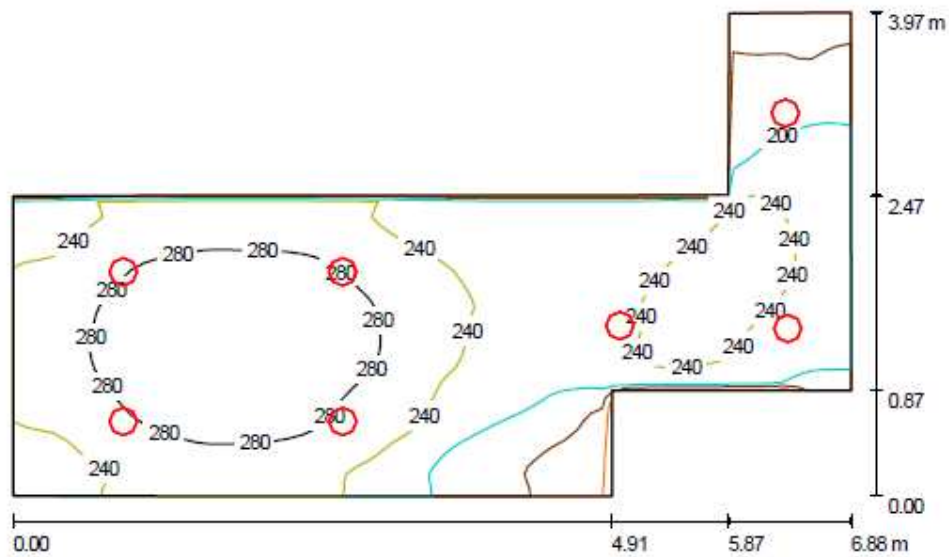
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	TRILUX Fidesca-BS 600 T 414/24 (14W) E Fidesca (1.000)	4800	61.0
Total:			28800	366.0

Valor de eficiencia energética: $20.11 \text{ W/m}^2 = 2.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.20 m^2)

EXTRACCION 1 / Rendering (procesado) en 3D



DISTRIBUICION / Resumen

Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	242	118	315	0.487
Suelo	20	242	112	314	0.463
Techo	70	84	48	1293	0.570
Paredes (8)	50	179	57	651	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

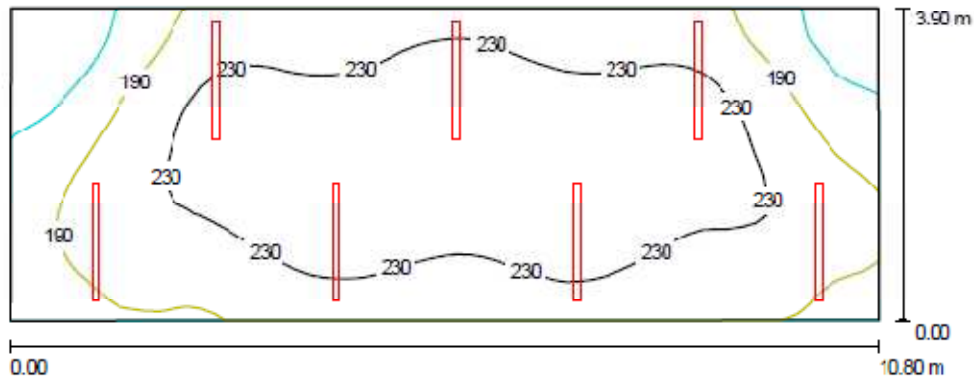
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	7	TRILUX Inperia C2 HR 1TCT26/32 ... (32W) + DA-M ... E Inperia (1.000)	2400	35.0
Total:			16800	245.0

Valor de eficiencia energética: $14.61 \text{ W/m}^2 = 6.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.77 m^2)

DISTRIBUICION / Rendering (procesado) en 3D



ESPERA / Resumen

Altura del local: 2.900 m, Altura de montaje: 2.570 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	218	107	266	0.492
Suelo	20	218	106	265	0.488
Techo	30	55	33	64	0.597
Paredes (4)	50	132	35	642	/

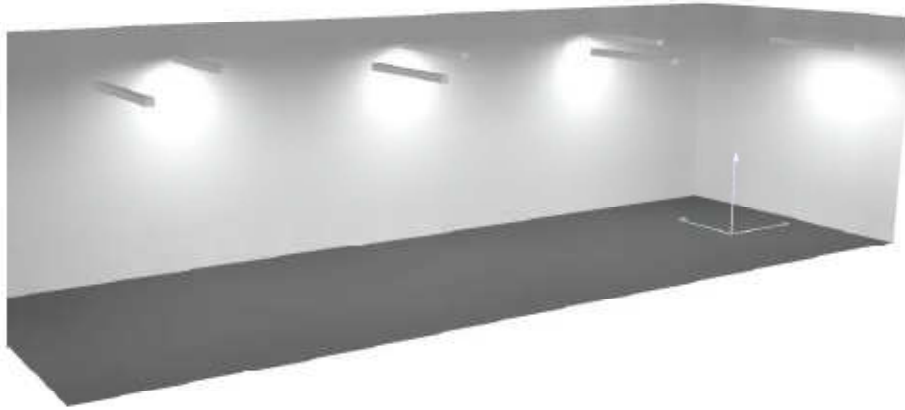
Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 64 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	7	TRILUX Solvan H1-L OTA 135/19/30 (19W) 01 O INDI-ANTEI (1.000)	1300	51.0
Total:			30100	378.0

Valor de eficiencia energética: $9.00 \text{ W/m}^2 = 4.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.02 m^2)

ESPERA / Rendering (procesado) en 3D

Por último, trataremos el control del encendido. Para conseguir un alumbrado eficiente, se instalará un sistema de encendido que minimice el gasto innecesario de energía. Para ello, tal y como exige el documento básico HE3 del código técnico de la edificación, colocaremos sensores de presencia en las zonas de uso esporádico tales como pasillos, descansillos, etc...

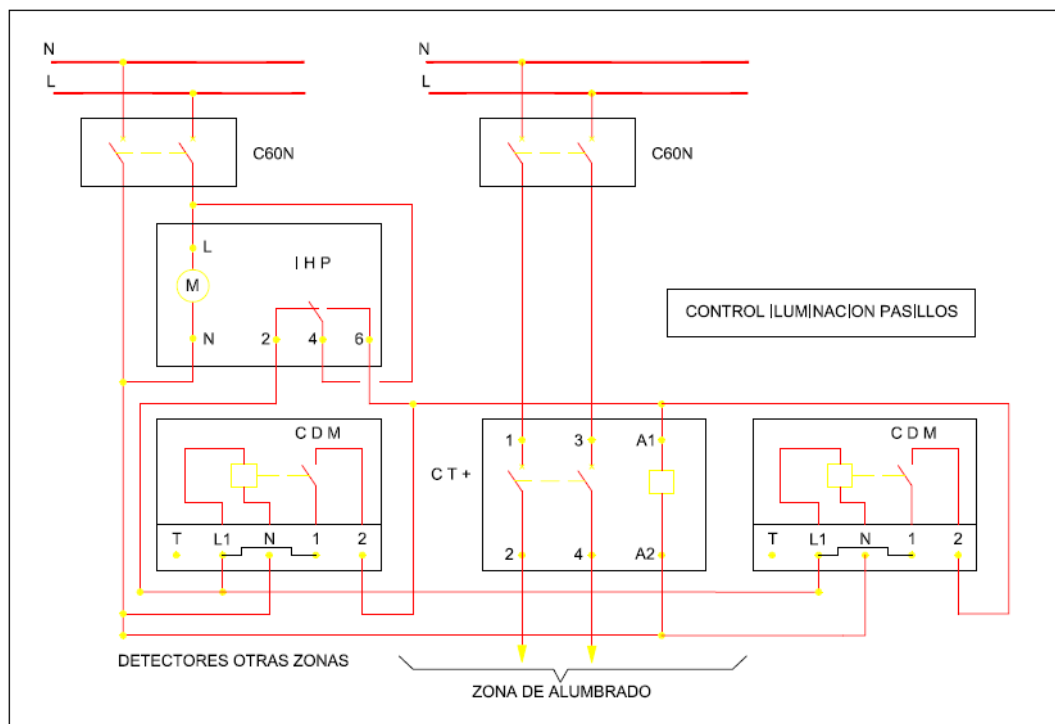


Figura 33. Esquema del control de iluminación en pasillos

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. GENERALIDADES.....	246
1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	246
1.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	246
1.3 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.....	247
1.4 MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES.....	247
1.5 VIBRACIONES Y RUIDOS.....	248
1.6 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES.....	248
1.7 PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES.....	249
1.8 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	252
1.9 DOCUMENTACIÓN Y LEGALIZACIONES.....	253
2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN.....	254
2.1 GENERALIDADES.....	254
2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	257
2.2.1 ENVOLVENTE METÁLICA.....	257
2.2.2 APARELLAJE.....	259
2.2.3 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	261
2.2.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	261
2.2.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	261
2.3 CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 KV).....	264
2.3.1 CABLES CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE).....	265
3. CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	265
3.1 GENERALIDADES.....	265
3.2 COMPONENTES.....	266
3.2.1 ENVOLVENTES.....	266

3.2.2	APARAMENTA	268
3.2.3	EMBARRADOS Y CABLEADOS	270
3.2.4	ELEMENTOS ACCESORIOS.....	272
4	CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN	273
4.1	GENERALIDADES	273
4.2	TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN.....	274
4.2.1	CABLES 450/750 V (PVC) PARA INSTALACIÓN EN TUBOS Y CANALES.....	274
4.2.2	CABLES RZ1- 0,6/1 KV (AS) PARA INSTALACIÓN AL AIRE	275
4.2.3	CABLES RESISTENTES AL FUEGO DENOMINACIÓN (AS+) PARA INSTALACIÓN AL AIRE.....	276
5	CANALIZACIONES	277
5.1	GENERALIDADES	277
5.2	MATERIALES	278
5.2.1	BANDEJAS.....	278
5.2.2	CANALES PROTECTORES.....	281
5.2.3	TUBOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	282
5.2.4	CAJAS DE REGISTRO, EMPALME Y MECANISMOS	285
6.	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	286
6.1	GENERALIDADES	286
6.2	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).....	286
6.3	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT).....	287
6.4	LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI).....	287
6.5	CUADROS SECUNDARIOS	287
6.6	INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	287
6.6.1	DISTRIBUCIÓN PARA ALUMBRADO NORMAL	289
6.6.2	AHORRO DE ENERGÍA	291

6.6.3	DISTRIBUCIÓN PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	292
6.6.4	DISTRIBUCIÓN PARA TOMAS DE CORRIENTE	294
7	REDES DE TIERRAS	295
7.1	GENERALIDADES	295
7.2	REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES	296
7.2.1	RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN ALTA TENSIÓN	297
7.2.2	RED DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.....	298
7.2.3	RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO	298
7.2.4	RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN BAJA TENSIÓN.....	299
7.2.5	ENLACE ENTRE LAS REDES ESTABLECIDAS.....	300
8.	LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES	301
8.1	GENERALIDADES	301
8.2	TIPOS DE LUMINARIAS.....	303
8.2.1	LUMINARIAS FLUORESCENTES DE INTERIOR	303
8.2.2	REGLETAS INDUSTRIALES Y LUMINARIAS HERMÉTICAS PARA INTERIOR	306
8.2.3	APARATOS ESPECIALES Y DECORATIVOS PARA INTERIOR	307
8.2.4	APARATOS AUTÓNOMOS PARA ALUMBRADOS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	307
8.3	COMPONENTES PARA LUMINARIAS.....	308
8.3.1	REACTANCIAS O BALASTOS.....	308
8.3.2	LÁMPARAS FLUORESCENTES	312
8.3.3	LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS	312
8.3.4	LÁMPARAS DE DESCARGA DE FORMA ELIPSOIDAL.....	312
8.3.5	LÁMPARAS VARIAS	312
9.	BATERIA DE CONDENSADORES.....	313
10.	GRUPO ELECTRÓGENO	313
10.1	GENERALIDADES	313

10.2 COMPONENTES.....	315
10.2.1 MOTOR DIESEL.....	315
10.2.2 ALTERNADOR.....	316
10.2.3 ACOPLAMIENTO Y BANCADA.....	316
10.2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN, ARRANQUE Y CONTROL.....	316
10.2.5 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.....	317
10.2.6 JUEGO DE HERRAMIENTAS.....	317
10.2.7 DOCUMENTACIÓN Y APOYO TÉCNICO.....	317
10.2.8 SISTEMA DE ARRANQUE.....	317
10.3 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	318
10.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS	318
10.4.1 FUNCIONAMIENTO MANUAL	318
10.4.2 FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO	318
10.4.3 FUNCIONAMIENTO PRUEBAS	319
11. PARARRAYOS	320
11.1 GENERALIDADES.....	320
11.2 COMPONENTES.....	320
11.2.1 CABEZA CAPTADORA.....	320
11.2.2 MÁSTIL	320
11.2.3 ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA.....	321

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Acoplamiento flexible para evitar vibraciones

Figura 2. Etiquetas de bridas de cremallera

Figura 3. Placa peligro de muerte

Figura 4. Instalación de cableado en bandejas

Figura 5. Esquema general de puestas a tierra

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Diámetro de tubo según el conductor

Tabla 2. Dimensión, peso y carga de las bandejas

Tabla 3. Dimensión, peso y carga de las canales

Tabla 4. Diámetro y espesor de pared del tubo de acero roscado

Tabla 5. Diámetro y espesor de pared del tubo de acero enchufable

Tabla 6. Diámetro y espesor del tubo de PVC rígido

Tabla 7. Nivel de iluminación mínimo

Tabla 8. Potencia del conjunto lámpara + equipo auxiliar en lámparas de descarga

Tabla 9. Potencia del conjunto lámpara + equipo auxiliar en lámparas de halógenos

Tabla 10. Clasificación del conjunto Balasto – Lámpara (1)

Tabla 11. Clasificación del conjunto Balasto – Lámpara (2)

1. GENERALIDADES

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan, un capítulo del Proyecto General del edificio de Sanitas situado en el bulevar Salvador Allende en Alcobendas, Madrid, estará sometido a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

1.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del REBT, estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Memoria, Memoria de Cálculo, Planos y Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, pequeñas acometidas para órganos de mando y control, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a la Obra y dentro de la obra hasta los lugares de montajes, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto de esta parte de la obra, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjás, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.

Será realizado, por la EI, el sellado de los huecos entre los distintos Sectores de Incendios para las instalaciones Eléctricas y de cualquier otra Instalación del Edificio, siendo responsable de su ejecución en su totalidad.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada, funcionando y legalizada.

1.3 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario coordinado con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

1.4 MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES

En cumplimiento de la ITC-BT-04 apartado 5.1, la EI está obligada a notificar a la DF y EC, antes del comienzo de la obra, cualquier circunstancia por la que el Proyecto no se ajuste al REBT cuando este sea el caso. De existir discrepancias que prevalecen en las interpretaciones, ambas partes someterán la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que éste resuelva en el más breve plazo de tiempo posible. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada y su presentación se realice siguiendo los mismos criterios y símbolos de representación utilizados en éste. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

1.5 VIBRACIONES Y RUIDOS

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

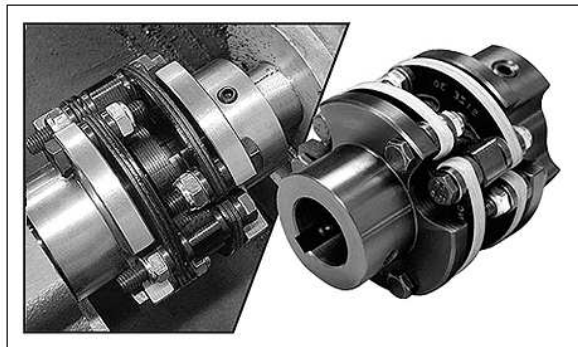


Figura 1. Acoplamiento flexible para evitar vibraciones

1.6 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricos. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

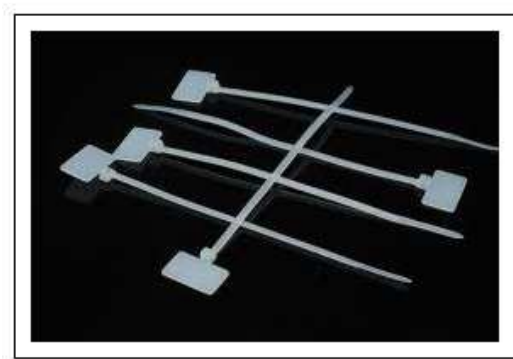


Figura 2. Etiquetas de bridas de cremallera

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricación y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

1.7 PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva, lo cual no supone ningún problema en el actual proyecto ya que la acometida no se ve modificada de la ya existente, considerándose la actual como definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Hay que comprobar que el electrodo de puesta a tierra del grupo es independiente del resto de electrodos. Sería conveniente comprobar los valores de resistencias de los electrodos de puesta a tierra, así como comprobar la independencia del electrodo del neutro del transformador, todos ellos ya existentes en la instalación actual y que no van a verse modificados.
- Las tensiones de paso y contacto resultantes de la instalación del Centro de Transformación.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.
- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte, comprobando los valores de los tiempos de disparo con los admitidos para la intensidad del defecto y resistencia de los electrodos, para garantizar que la presencia de tensiones de defecto no superen los 50 ó 24 voltios reglamentarios.

- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables y tubos utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a más de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su

contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes.

- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en BT, situada en el Cuadro General de BT, así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrónico, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

1.8 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- c) Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.
- d) Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación, según UNESA.
- e) Código Técnico de la Edificación (2006).

- f) Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- g) Real Decreto 1.725/1.984 de 18 de julio por el que se modifica el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía y el modelo de póliza de abono para el suministro de energía eléctrica y las condiciones de carácter general de la misma.
- h) Normas de Régimen Interno y Recomendaciones de las Empresas Suministradoras de Energía Eléctrica.
- i) R.D. 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, de la Comunidad y del Ayuntamiento.

1.9 DOCUMENTACIÓN Y LEGALIZACIONES

En cumplimiento con el Artículo 19 del REBT, una vez realizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación, que constituirá un anexo al certificado de la instalación y que la EI entregará al titular de la misma. Esta documentación dispondrá de:

1. Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de todos los planos y esquemas definitivos de la Instalación. Incluyendo la instalación de tomas de tierra definitiva y sus valores correspondiente al Grupo Electrógeno y a la parte que se modifique dentro del Centro de Transformación.
2. Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria Descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
3. Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.7.
4. Dos ejemplares encarpetados con Información Técnica y recomendaciones de los fabricantes en el Mantenimiento e Instrucciones de funcionamiento de Equipos y Aparamenta.

5. Dos ejemplares encarpados con Manuales e Instrucciones de utilización de Equipos.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran en cumplimiento del Artículo 18 e ITC-BT-04 del REBT, para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, presentados en, y expedidos, por la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma de Madrid. Los costes de dichas legalizaciones (proyectos, tasas, etc.) serán por cuenta de la EI y formarán parte del contrato con la EC.

El Centro de Transformación será un proyecto completamente independiente del resto de las instalaciones de Baja Tensión, debiendo aportar la EI para ambos (AT y BT) los documentos siguientes:

- Autorización administrativa.
- Certificado de la medición de la resistividad del terreno
- Proyecto suscrito por técnico competente.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Certificado de las mediciones de Paso y Contacto del C.T.
- Contrato de Mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Suministradora.

Aunque sólo se modificara parcialmente el Centro de Transformación existente, es necesario obtener el escrito de conformidad de la Compañía Suministradora.

Con los datos obtenidos, la EI elaborará el Proyecto definitivo del Centro de Transformación y entregará una copia del mismo a la Compañía Suministradora, cuya aprobación constituirá el mencionado escrito de conformidad. Posteriormente y mediante las copias oportunas de este proyecto, se gestionará la legalización de la instalación de Alta Tensión en la Consejería de Industria de la correspondiente Comunidad Autónoma.

Las gestiones ante la Compañía Suministradora así como las que se derivan para cumplimiento de la ITC-BT-04 en sus apartados y puntos correspondientes, deberán ser realizadas con anterioridad al comienzo de la ejecución de la obra del proyecto.

2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

2.1 GENERALIDADES

Se incluye en este capítulo toda la aparatamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727.

Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de \varnothing y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en BT Esta red constituirá la de protección en AT.

Por debajo del suelo del CT ya deberá existir un mallazo metálico. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en AT al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista, para consulta, la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de AT con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras
- Placa de primeros auxilios
- Resistencias de las distintas puestas a tierra

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio, o cobre, según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

2.2.1 ENVOLVENTE METÁLICA

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099 y UNE20324. Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento de juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

Estos compartimentos se describen a continuación:

a) COMPARTIMENTO DE APARALLAJE

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida, según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aperallaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) COMPARTIMENTO DEL JUEGO DE BARRAS

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza Allen M8 con par de apriete de 2,8 m x kg.

c) COMPARTIMENTO DE CONEXIÓN DE CABLES

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado

d) COMPARTIMENTO DE MANDO

Contendrá los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones
- Bobinas de cierre y/o apertura
- Contactos auxiliares

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

e) COMPARTIMENTO DE CONTROL

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado con bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible en tensión, tanto en barras como en los cables.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una mano de pintura de acabado.

2.2.2 APARELLAJE

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

Tensiones asignadas:	24 kV	36 kV	52 kV
Nivel de aislamiento asignado:			
– A frec. industrial de 50Hz, durante 1 min.	52 kV	70 kV	95 kV
– Impulso tipo rayo	125 k	170 kV	250 kV
– Intensidad admisible de corta duración	16 kA	31,5 kA	25 kA
– Valor de cresta de la intensidad admisible	40 kA	80 kA	63 kA

a) Interruptores- seccionadores

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

b) Interruptor automático

Será en SF₆, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

c) Cortacircuitos fusibles

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625. Asimismo admitirán la implantación de relés de protección descritos en otros documentos del Proyecto.

d) Puesta a tierra

Las partes de los circuitos de alta tensión conectadas a cables quedarán puestas a tierras, por intermedio de seccionadores de puesta a tierra, con tres posiciones (cerrado- abierto- a tierra) debidamente enclavados con los seccionadores-interruptores de aislamiento de tensiones en los circuitos y con capacidad de cierre sobre cortocircuito, de acuerdo con la norma.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25×5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en AT.

e) Equipos de medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de AT y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:

- Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de AT. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.
- Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria y se aportarán certificados de Laboratorio.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, tensiones e intensidades nominales, relaciones de transformación, etc, se tendrá en cuenta lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

Los puntos neutros de los transformadores de medida se conectarán a la tierra de Protección de Alta Tensión

2.2.3 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los planos, mediciones y calidades se ajustarán, en todo caso, a las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación de acuerdo con el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales y la Cia. Eléctrica.

2.2.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al afecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes)
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores (ya existentes)
- Tensiones de paso y de contacto
- Comprobación de las regulaciones de los elementos de protección

2.2.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

a) Prevenciones Generales

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local del centro de transformación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte" como la indicada en la Figura 3.



Figura 3. Placa “Peligro de muerte”

3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes aislantes y situándose sobre banqueta aislante.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

b) Puesta en Servicio

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja tensión, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

3. Para los casos en que los interruptores generales de los Cuadros sean del tipo INTERRUPTORES DE CORTE EN CARGA, las maniobras de CIERRE deben hacerse con los interruptores automáticos aguas arriba, evitando así que, en caso de cortocircuito casual, durante el tiempo en el que el Cuadro haya estado sin tensión, se provoque una falsa maniobra de cierre en carga, de un aparato que no tiene poder de cierre suficiente para el cortocircuito.

c) Separación de Servicio

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.
5. Cualquier operación en las celdas de alta tensión exige la puesta a tierra previa de los elementos eléctricos correspondientes.

d) Prevenciones Especiales

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.

2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
4. En los accesos al CT se dispondrán dos extintores de incendios 113-B de polvo seco.

2.3 CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 KV)

Los cables que este apartado comprende, son los comentados en el apartado 2.1 *Generalidades*, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada.

Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) construidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo mínimo de un segundo, o bien, a tiempos controlados por las protecciones existentes.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables.

Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

2.3.1 CABLES AISLAMIENTO CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir $R_{\text{curvatura}} \geq 10 \times (D+d)$, ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm² aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm² en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

3. CUADROS DE BAJA TENSIÓN

3.1 GENERALIDADES

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones de paneles mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1000×1000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, sus cerramientos dispondrán de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30°C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera. Su altura de montaje permitirá la continuidad del rodapié de hasta 400 mm.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará, para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos desarrollados para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el REBT, ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de sus componentes.

El fabricante de los cuadros Certificará su construcción, confirmando las características de sus elementos tanto eléctricos como metálicos.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

3.2 COMPONENTES

3.2.1 ENVOLVENTES

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, y traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable,

revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 o superiores en Salas de Máquinas o al exterior. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Además, todos los frentes de los cuadros dispondrán de puertas suplementarias transparentes, que permitan la visualización de la posición de la apartamenta y la protección contra posibles operaciones hechas por personal no autorizado. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo, previa apertura de la primera puerta, a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la apartamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos

ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA, o superior, para aquellos cuadros cuya intensidad de cortocircuito sea mayor.

3.2.2 APARAMENTA

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473.

Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que exista aguas abajo.

Para el sistema de instalación elegido TT, las protecciones, contra contactos indirectos, se realizarán con dispositivos diferenciales para todos los circuitos de la instalación. Para la definición de las intensidades de desconexión se aplicarán las intensidades nominales según se indica en la Memoria de Cálculo y los tiempos de corte serán, asimismo, las definidas de acuerdo con las tensiones de contacto asignadas máximas aceptables, de tal manera que se asegure una SELECTIVIDAD TOTAL para el caso de la puesta a tierra de una fase y para el caso de acumulación de fugas admisibles en receptores. La tensión de contacto límite será de 50 ó 24 V.

Todo ello de conformidad con la IEC 364 y como cumplimiento de la ITC-BT-24.

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo (I_r) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD TOTAL al cortocircuito, conjugando poderes de corte y solicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones (Protección total a los cortocircuitos).

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado, no siendo admitidos estos elementos diferenciales puros para corte en cuadros donde la intensidad de cortocircuito sea mayor de 5 KA.

De acuerdo con la ITC-BT-28 punto 2.1 se dispondrá, para los Servicios de Seguridad de Ascensores, Bomba de Incendio y Extractores de humos, un sistema de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, compuesto por transformadores de aislamiento desde los que alimentarán los receptores. Se dispondrán controladores permanentes de aislamientos que al primer defecto emitan señales de aviso en las Salas de los Cuadros correspondientes y en el puesto de Control General. Para un posible segundo defecto se dotarán las salidas con protecciones contra sobreintensidades, cortocircuitos y corrientes de fugas, cubriendo las posibilidades de TN o TT. Para evitar las capacidades de los conductores se deberán independizar los de protección en canalizaciones separada de los activos.

Cada cuadro dispondrán de protecciones contra sobretensiones, coordinadas aguas arriba, con las del CGBT.

Todos los interruptores del CGBT y los dispositivos generales de protección diferencial de los Cuadros Secundarios dispondrán de contactos de defecto para el Sistema de Control general del Edificio.

3.2.3 EMBARRADOS Y CABLEADOS

En los CGBT las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar especificado en otros documentos del Proyecto.

El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 3500 kg/cm² para el cobre de dureza 110 Vickers y 3000 kg/cm² para el de dureza 100 Vickers. Como cálculo reducido para el cobre de 100 Vickers, podrán utilizarse la siguientes expresiones:

- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga apoyada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 3000 \text{ , donde:}$$

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
I _{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga empotrada en sus extremos) :

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 3000, \text{ donde:}$$

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
I _{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando la barra de cualquiera de las fases esté formada por varias pletinas iguales separadas entre sí para su ventilación, el módulo resistente de la sección total será la suma de los módulos resistentes de cada una de las pletinas que formen dicha barra.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión por la que se rige la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

Donde:

b = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.

L = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ($50 \times 2 = 100$ Hz), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias $\left(\frac{f}{50}\right)$ sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en BT del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV (AS) provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo del tipo (AS), con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege y de cortocircuito presente en el cuadro.

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados, que las indicadas en este apartado, ni conexiones con cables de secciones insuficientes para soportar las sollicitaciones térmicas debidas a las intensidades de cortocircuito a que estén sometidos cada cuadro, según la tabla de cálculo de este Proyecto .

3.2.4 ELEMENTOS ACCESORIOS

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas, no propagadoras de la llama.
- Rótulos.

- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.
- Aislantes

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio. Y en lugar conveniente, del mismo cuadro, se dispondrán los esquemas correspondientes.

4 CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

4.1 GENERALIDADES

Los cables que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V. Todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio. Denominación (AS) en general y (AS +) para Servicios de Seguridad.

La naturaleza del conductor quedará determinada por “Al” cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, ó 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde. Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos los cables deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el REBT, ITC-BT-07 e ITC-BT-19. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5 mm².

4.2 TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN

4.2.1 CABLES 450/750 V (PVC) PARA INSTALACIÓN EN TUBOS Y CANALES

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 21.031, 20.427, 20.432-1-3, 21.172, 21.174 y 21.147, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los cables y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos (H07Z1-U (AS) y H07Z1-R (AS)) o flexibles (H07Z1-K (AS)). Cuando se utilicen cables flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un cable en cobre de este tipo de aislamiento será: $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$.

4.2.2 CABLES RZ1- 0,6/1 KV (AS) PARA INSTALACIÓN AL AIRE

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación al aire según ITC-BT-07 apartado 3.1.4 del R.E.B.T.

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 21.147, 21.432, 21.145, 21.174, 21.172, 20.432 e IEE 383-74 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio, total ausencia de halógenos, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuitos de corta duración 250° C.

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión, entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de *Canalizaciones*.



Figura 4. Instalación de cableado en bandejas

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud. En estos casos las agrupaciones de cables estarán formadas por las tres fases y neutro formando paquetes.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura del cable no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del REBT.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

4.2.3 CABLES RESISTENTES AL FUEGO DENOMINACIÓN (AS+) PARA INSTALACIÓN AL AIRE

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto

de características serán las indicadas en el apartado de *Cables* RZ1-0,6/1kV de este capítulo.

Se utilizarán para los Servicios de Seguridad desde el Grupo Electrógeno hasta cada uno de los receptores utilizados (ITC-BT-28. Apartado 4).

5 CANALIZACIONES

5.1 GENERALIDADES

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas
- Bandejas en material de PVC rígido, no propagadores de la llama
- Canales protectores metálicos
- Canales protectores en material PVC rígido, no propagadores de la llama
- Tubos metálicos
- Tubos en material PVC curvable en caliente, no propagadores de llama
- Tubos en material PVC flexible no propagadores de la llama
- Tubos especiales

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular y galvanizadas en caliente. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas. Las canales en PVC serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los conductores en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación

correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del REBT, teniendo presente que, en cuanto al número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

	CONDUCTOR mm ²																
	Hilo rígido unipolar V-750							Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
Tubo mm	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	7	6	5	3	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	-	7	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	-	-	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	-	-	-	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	-	-	-	7	6	-	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7	6	3	3	2	2	2	-

Tabla 1. Diámetro del tubo según el conductor

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm² como máximo.

5.2 MATERIALES

5.2.1 BANDEJAS

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37- 508/88), disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para montar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable de cobre de 16 mm² para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 15 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra.

En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra puedan ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86.

Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C .

Alto \times ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60 \times 200	2,7	1,810	22,5
60 \times 300	3,2	2,770	33,7
60 \times 400	3,7	3,700	45,6
100 \times 300	3,7	3,690	57,3
100 \times 400	4,2	4,880	77,2
100 \times 500	4,7	6,350	96,6
100 \times 600	4,7	7,230	116,5

Tabla 2. Dimensión, peso y carga de las bandejas

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

5.2.2 CANALES PROTECTORES

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50×75	2,2	1,180	6,7
60×100	2,5	1,190	10,8
60×150	2,7	2,310	16,6
60×200	2,7	2,840	22,5
60×300	3,2	4,270	33,7
60×400	3,7	5,970	45,6

Tabla 3. Dimensión peso y carga de las canales

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

5.2.3 TUBOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del REBT:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto.

Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-

Tabla 4. Diámetro y espesor de pared del tubo de acero roscado

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

Tabla 5. Diámetro y espesor de pared del tubo de acero enchufable

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas.

Los tubos de PVC rígido serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama).

Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

Tabla 6. Diámetro y espesor del tubo de PVC rígido

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los tubos corrugados en PVC, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-3 y UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio.

Los tubos corrugados reforzados en PVC, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 1000 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.

- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.
- Se utilizarán tubos libres de halógenos.

5.2.4 CAJAS DE REGISTRO, EMPALME Y MECANISMOS

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

6. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

6.1 GENERALIDADES

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en BT de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en BT de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones, definidas en la ITC-BT-12 del REBT como de “ENLACE”, cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

6.2 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

Enlazará las bornas de BT de los transformadores con los interruptores de protección en BT de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT. La acometida del Grupo Electrónico al CGBT se realizará con conductor de características (AS +), resistente al fuego.

6.3 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades, sobretensiones y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto, que contienen además protecciones contra contactos indirectos, selectivos con los dispuestos en las propias salidas a receptores de los citados CSs.

6.4 LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI)

Las LGD y LDI enlazarán el cuadro CGBT con los CSs.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

6.5 CUADROS SECUNDARIOS

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, sobretensiones, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

6.6 INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de

corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta. Así como los receptores de otros Servicios (A.A. Cocina, etc.).

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 450/750 V protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conexionarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará en el mismo tubo los conductores de circuitos y los de protección (amarillo-verdes) que tendrán los mismos aislamientos y compartirán las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección también compartirá canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser $2,5 \text{ mm}^2$.

La instalación de conductores en las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones previamente montadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente.

Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha. Podrá instalarse un bloque de alimentación de afeitadoras especial e interruptores de tirador.

Deberá estar montada una red equipotencial en los cuartos de baños conectando todos las tuberías metálicas de la red de fontanería.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los conductores siempre han de canalizarse en tubos o canales.

6.6.1 DISTRIBUCIÓN PARA ALUMBRADO NORMAL

Comprenderá el suministro, instalación y conexión de canalizaciones, registros, conductores y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente marcados en planos de planta.

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla siguiente (sección SU-4 del C.T.E.), medido a nivel del suelo:

Zona		Iluminancia	
mínima			
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10 lux
		Resto de zonas	5 lux
	Para vehículos o mixtas		10 lux
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75 lux
		Resto de zonas	50 lux
	Para vehículos o mixtas		50 lux

Tabla 7. Nivel de iluminación mínimo

El factor de uniformidad medio será como mínimo del 40%.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los puntos de luz que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de 1,5 mm² para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos conductores se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección y todos los puntos de luz tendrán conductores de puesta a tierra.

6.6.2 AHORRO DE ENERGÍA

Al tratarse de un edificio existente con una superficie útil superior a 1000 m² donde se rehabilita más del 25% de la superficie iluminada, se debe cumplir con lo especificado en el Código Técnico de la Edificación en su apartado HE-3 (Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación). Cumpliendo con esta normativa, las instalaciones de iluminación dispondrán de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de una sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de apagado y encendido en cuadros eléctricos como único sistema de control.
- Las zonas de uso esporádico dispondrán de un sistema de detección de presencia o sistema de temporización.
- En las zonas de primera línea paralela a cerramientos acristalados al exterior, se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de la iluminación en función del aporte de la luz natural.

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Todas las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del

conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las tablas siguientes:

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)		
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor de halogenuros metálicos
50	60	62	---
70	---	84	84
80	92	---	---
100	---	116	116
125	139	---	---
150	---	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277(3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

(1) Estos valores se aplican a los balastos estándares de mercado (los balastos de ejecución especial no están contemplados, p.ej. “secciones reducidas, reactancias de doble nivel”)

Tabla 8. Potencia del conjunto lámpara + equipo auxiliar en lámparas de descarga

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2x35	85
3x35	125
2x50	120

Tabla 9. Potencia del conjunto lámpara + equipo auxiliar en lámparas halógenas de BT

6.6.3 DISTRIBUCIÓN PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo).

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - i) En las puertas existentes en los recorridos de evacuación
 - ii) En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa
 - iii) En cualquier otro cambio de nivel
 - iv) En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo a ejes de pasillos siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 1 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Su alimentación será desde los cuadros de protección del alumbrado normal, utilizando circuitos de uso exclusivo.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

La instalación de los aparatos de alumbrado de emergencia cumplirá con:

- Los aparatos autónomos y los de alumbrado normal de un mismo local, estarán alimentados, al menos, por un mismo Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR)
- Cuando en un mismo local haya dos o más aparatos autónomos, estos deberán ser alimentados, al menos, con dos circuitos distintos

La forma de instalación de canalizaciones y conductores será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.

6.6.4 DISTRIBUCIÓN PARA TOMAS DE CORRIENTE

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por el número

del circuito que en cuestión, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos y de protección serán de 2,5 mm², no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

7 REDES DE TIERRAS

7.1 GENERALIDADES

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generará una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto U_L a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: $U_L < 65V$ e $I_{mc} < 50 \text{ mA}$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$.

El REBT toma como límite $U_L < 50V$ (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra de protección y de neutro, bajo la tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a los admitidos en cada caso.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto U_L superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto I_d sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del REBT, o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1 referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

7.2 REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos. (ITC-BT-18 Punto 10).

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen.

7.2.1 RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN ALTA Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de AT, puestas a tierra de seccionadores de PaT, cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en AT y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

Al ser un edificio construido, el mallazo de equipotencialidad ya estará instalado en el CT (se mantiene la misma ubicación), y cubierto con una capa de hormigón de cierto espesor mínimo. Por ello, se propone la medida de las tensiones de paso y contacto para validar la red de puesta a tierra existente, o en su caso proceder a su correcta modificación. Así mismo, el mallazo deberá estar puesto a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos y conectándolo a la red de puesta a tierra del CT.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre, cuando las tensiones de paso y contacto lo permitan. Los cables de los electrodos serán de cobre desnudo de 50 mm².

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 20 Ω, estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima que satisfaga la condición (ITC-BT-18 Punto 11):

$$D = \frac{\rho \times I_d}{2 \times \pi \times U}$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno

Id = Intensidad de defecto a tierra, para el lado de alta tensión

U = 1.200 V para sistemas TT, para tiempos de desconexión menores de 5 s

En la Memoria de cálculo se resuelve que, debido a la proximidad de las distintas redes de electrodos, no se pueden garantizar las distancias necesarias, por lo que se decide unificar este electrodo con el de Protección de Masas de BT, que a su vez está conexionado en paralelo con la red del electrodo de la Estructura del Edificio.

Entre las cajas de seccionamiento y comprobación de los electrodos de Masas del CT, Masas de BT y Estructura del Edificio se dispondrá una tubería de PVC que

permita la instalación de un cable de 0,6/1 KV de 50 mm² a través del cual se realizarán las unificaciones de los distintos electrodos.

7.2.2 RED DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Esta red de puesta a tierra se encuentra realizada actualmente, ya que los transformadores existentes han sido sustituidos hace poco tiempo y por ello no van a modificarse. Se propone de nuevo la comprobación del correcto funcionamiento de esta red de puesta a tierra de servicio, y en su caso la correcta actuación sobre ella si así fuera necesario. Dentro de estas se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

1. Neutros de estrella en BT del transformador de potencia
2. Neutro de generador de corriente alterna
3. Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08.

7.2.3 RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

Al tratarse de un edificio ya construido, ya existirá la red de puesta a tierra de la estructura del edificio. Por ello, se propone la comprobación de la correcta instalación existente de puesta a tierra de la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace deberá estar realizado con conductores de cobre desnudo, enterrado por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, estará ya conectado a picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y en las conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

Se comprobará la existencia de arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT permitiendo

con esta barra la unificación entre ambas redes. En el caso de que alguna de ellas no existiera, deberá procederse a su instalación.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p. a t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

7.2.4 RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN BAJA TENSIÓN

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de BT, normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura del Edificio, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas
- Guías metálicas de los aparatos elevadores
- Todas las masas metálicas significativas del edificio
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra total será la suma de las puesta en serie –paralelo.

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión unificada con las de protección de BT/Estructura
- Red de protección de Servicio.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizaría en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

7.2.5 ENLACE ENTRE LAS REDES ESTABLECIDAS

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT, los herrajes que forman parte de la Red de Protección en AT (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura del Edificio. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección BT/Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, según exista la conveniencia de establecer un régimen de Neutro TT, para el cual las resistencias de cierre de bucles de defectos, deberán proporcionar intensidades de defecto suficientes, para provocar las aperturas de los interruptores diferenciales, en los tiempos necesarios, a partir de las intensidades que permitan los valores de 50 ó 24 voltios de defecto y evitar que las tensiones de contacto máximas sean superiores a la permitida por la MIE-RAT-13.

Tomando esta última consideración y las tensiones de defecto aplicadas resultantes, deberemos programar las selectividades de los tiempos de corte de los distintos escalones de diferenciales, para conseguir una seguridad escalonada, en coordinación con los amperios nominales de calibración que se otorgue a los mismos.

Para más detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver el esquema general siguiente de la figura 5, y la memoria de cálculo:

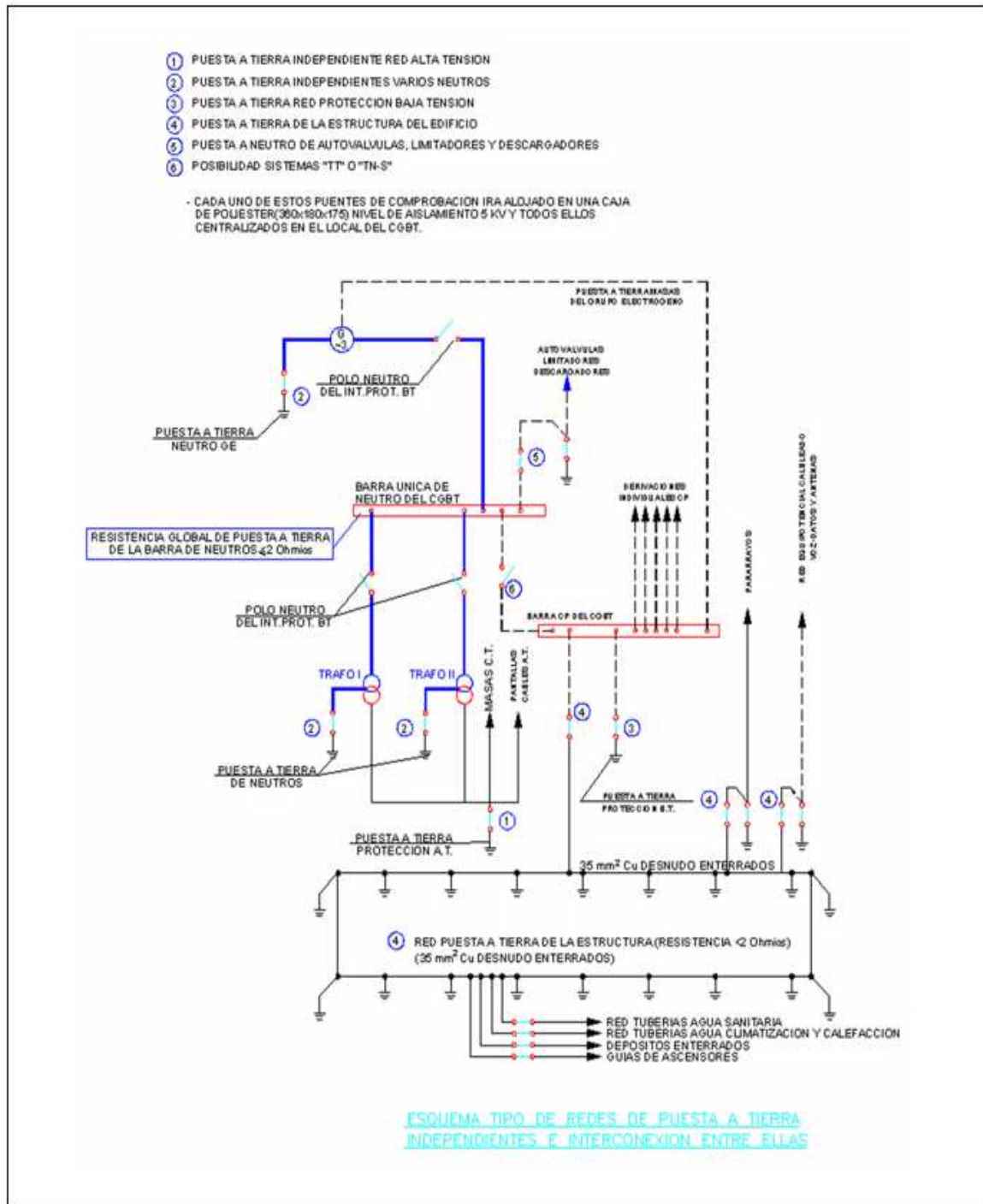


Figura 5. Esquema general de puestas a tierra

8. LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

8.1 GENERALIDADES

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

1. Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
2. Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
3. Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
4. Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
5. Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
6. El cableado interior será con conductores en cobre, designación H07Z1-R aislamiento 450/750 V descritos en el capítulo “CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN” de este PC (salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm², separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
7. Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
8. Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.

9. No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
10. Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a **compatibilidad Electromagnética** tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

8.2 TIPOS DE LUMINARIAS

8.2.1 LUMINARIAS FLUORESCENTES DE INTERIOR

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje

empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Mediciones. La fijación de luminarias se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco estable a los rayos ultravioleta en polvo de poliuretano polimerizado al horno. Cuando las luminarias sean de superficie, el color del exterior será a elegir por la DF. El ancho estándar para las destinadas a alojar lámparas de 26 y 16 mm, arranque por cebador o rápido, será:

- Luminaria para una lámpara: 190 mm para la de empotrar.
- Luminaria para dos lámparas: 300 mm para la de empotrar y 320 mm para la de superficie.
- Luminaria para tres lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.
- Luminaria para cuatro lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600×600 mm para las de empotrar, y de 560×560 mm para las de superficie.

Los rendimientos de las luminarias de empotrar en función de los diferentes componentes ópticos, serán como mínimo para lámparas fluorescentes lineales, los que se indican a continuación:

a1) Componente óptico doble parabólico aluminio especular:

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 1×35W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 56% (con macrocelosía el 71%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 70%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 74%.

b1) Componente óptico doble parabólico aluminio mate:

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 62%.

- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 64% (con macrocelosía el 70%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 60%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 67%.

c1) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco:

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 69%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 60% (con macrocelosía el 64%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 55%.

Cuando las lámparas sean compactas TC-L, los rendimientos mínimos serán los siguientes:

a2) Componente óptico doble parabólico aluminio especular:

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 63%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

b2) Componente óptico doble parabólico aluminio mate:

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 49%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

c2) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco:

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 50%.

Las luminarias cónico-circulares fluorescentes serán para una o dos lámparas compactas cortas de hasta 26 W. Será fabricada en chapa de acero pintado con reflector de policarbonato autoextinguible de alta reflexión y cristal transparente decorativo. Sus dimensiones máximas serán Ø 180 mm, por 240 mm de altura para lámparas verticales incluido el equipo, y de 150 mm de altura para lámparas horizontales en las mismas condiciones.

Los rendimientos de las luminarias cónico-circulares para lámparas compactas cortas, serán como mínimo los que se indican a continuación:

a) Con reflector abierto:

- Luminaria de 1×18W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

b) Con reflector y cierre de cristal:

- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

c) Con reflector limitador del deslumbramiento (darklights).

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 51%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 53%.

8.2.2 REGLETAS INDUSTRIALES Y LUMINARIAS HERMÉTICAS PARA INTERIOR

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, con grado IP adecuado. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las

canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

8.2.3 APARATOS ESPECIALES Y DECORATIVOS PARA INTERIOR

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor. Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

8.2.4 APARATOS AUTÓNOMOS PARA ALUMBRADOS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de una fuente de alimentación propia, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

Los aparatos autónomos a instalar en el actual proyecto serán del tipo no combinado, disponiendo de un sistema de control de funcionamiento mediante central u ordenador, que facilita el mantenimiento de toda la instalación. Para el correcto funcionamiento de la instalación, se seguirán las indicaciones realizadas por el fabricante para las conexiones de la central con las luminarias y el correcto uso del programa de supervisión.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.

- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.
- Todas las luminarias de emergencia dispondrán de control por telemando.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandadas y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

8.3 COMPONENTES PARA LUMINARIAS

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobre todo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

8.3.1 REACTANCIAS O BALASTOS

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

1. Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
2. Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
3. Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
4. Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio, con tratamiento de fosfatación microcristalina y acabado en pintura poliéster y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodinado, con un índice de protección mínimo IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP65. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93). Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Los instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los conductores entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluyen las Tablas de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E-G13-26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E-G13-26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E-G13-26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E-G13-26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E-G13-26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E-G13-26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E-G13-26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
COMPACTA 2 TUBOS	18 W	16 W	FSD-18-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSD-24-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
		55 W	FSDH-55-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				
COMPACTA PLANA 4 T	18 W	16 W	FSS-18-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSS-24-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSS-36-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
COMPACTA 4 TUBOS	10 W	9,5 W	FSQ-10-E-G24q=1 FSQ-10-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	13 W	12,5 W	FSQ-13-E-G24q=1 FSQ-13-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E-G24q=2 FSQ-18-I-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E-G24q=3 FSQ-26-I-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W

Tabla 10. Clasificación del conjunto Balasto – Lámpara (1)

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-I-GX24d=2 FSM-18-E-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-I-GX24d=3 FSM-26-E-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
COMPACTA 2 D	10 W	9 W	FSS-10-GR10q FSS-10-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	16 W	14 W	FSS-16-I-GR8 FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	21 W	19 W	FSS-21-GR10q FSS-21-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W
	28 W	25 W	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
	38 W	34 W	FSS-38-GR10q FSS-38-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
		55 W	FSS-55-GRY10=03 FSS-55-L/P/H-GRY10=q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				

Tabla 11. Clasificación del conjunto Balasto – Lámpara (2)

8.3.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=84.

8.3.3 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con reproducción cromática 1B y casquillo 2G11
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con reproducción cromática 1B y casquillo G23
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con reproducción cromática 1B y casquillo G24d-1/d-2/d-3

8.3.4 LÁMPARAS DE DESCARGA DE FORMA ELIPSOIDAL

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de VMAP, de 100 lm/W en las de VSAP y de 75 lm/W en las HM.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (Ra>60) con reproducción cromática 1A, 1B, 2A o 2B.

8.3.5 LÁMPARAS VARIAS

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena BV, reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.

9. BATERIA DE CONDENSADORES

Para compensación del factor de potencia de la instalación de BT se ha previsto la implantación de una Batería automática de Condensadores de 300 KVAR conectada al CGBT a través de transformadores de intensidad y protegida con interruptor magnético, con acometida trifásica y conductor de toma de tierra, según la tabla de cálculo.

Estas baterías serán de varios escalones que permitan la selección de potencia, según las características de la red en cada caso.

Los condensadores dispondrán de contactores para permitir las descargas capacitivas y tendrán protección contra Armonicos.

Se ha presupuestado una Batería de 300 KVAR por estimación directa, porque la potencia definitiva deberá definirse cuando la instalación esté en marcha y se puedan medir los parámetros reales a compensar.

10. GRUPO ELECTRÓGENO

10.1 GENERALIDADES

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3, o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del REBT) mediante Grupos Electrónicos, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea de acero inoxidable destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema de refrigeración, será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrónico. Los cerramientos interiores del local tendrán una resistencia al fuego RF-120 y

cumplirán a estos efectos con lo especificado para zonas de riesgo especial medio en la normativa vigente.

Antes del suministro del grupo electrógeno, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El tiempo de la conmutación total entre ambos suministros, incluido el tiempo de arranque, estabilización de la tensión y frecuencia de la corriente en el grupo electrógeno, no será superior a veinte segundos.

El Grupo Electrógeno (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, el deposito auxiliar de combustible y la chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la admitida en esta instalación y prevista en este Proyecto con insonorización por debajo de 30 dB.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.

- Factor de potencia.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en g/CV h.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.
- Disminución de ruidos en la insonorización.
- Carga máxima simultanea que el grupo es capaz de soportar sin calarse.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

10.2 COMPONENTES

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

10.2.1 MOTOR DIESEL

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico.

El motor dispondrá de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.

- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

10.2.2 ALTERNADOR

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz. Protección IP-22.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

10.2.3 ACOPLAMIENTO Y BANCADA

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

10.2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN, ARRANQUE Y CONTROL

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.

- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

10.2.5 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

Su capacidad se dimensionará para un mínimo de ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

10.2.6 JUEGO DE HERRAMIENTAS

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc,

10.2.7 DOCUMENTACIÓN Y APOYO TÉCNICO

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico
- Libros de despiece del motor diesel
- Manual de mantenimiento
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE

10.2.8 SISTEMA DE ARRANQUE

Compuesto por :

- Motor de arranque de 24 Vcc con capacidad para tres intentos de arranque
- Juego de dos baterías de arranque de 90 Ah de capacidad, con soportes, cables y botellas de ácido para llenado
- Alternador de carga de 45 A
- Cargador de baterías de 5 A

10.3 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término, la Normativa correspondiente de Protección Contra incendios en cuanto a sectorización y grado de resistencia al fuego.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84, así como la reglamentación correspondiente al Ayuntamiento, Medio Ambiente y Bomberos.

10.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

10.4.1 FUNCIONAMIENTO MANUAL

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

1. Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
2. Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones y el tiempo total de la maniobra desde el corte del suministro normal hasta la regularización del suministro mediante el GE.
3. Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro de Red se procederá a la prueba 4).
4. Transferencia de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
5. Parada del GE.

10.4.2 FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas: fallo total de la red, fallo de algunas de las fases o bajada/subida de tensión de Red por debajo/encima

del valor ajustado en los detectores de tensión incorporados en el cuadro. En esta posición se realizarán las siguientes pruebas:

1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las tres causas anteriores.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga. La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 s para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

10.4.3 FUNCIONAMIENTO PRUEBAS

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de la función MANUAL EN PRESENCIA de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de la función AUTOMÁTICO. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a DESCONECTADO, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se debe parar.

Comprobación de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:

- Conmutador de funciones:

Automático, manual, pruebas y desconectado.

- Pulsadores de:

Arranque manual, parada manual, conexión red, conexión grupo, corte bocina, desbloqueo alarmas, prueba lámparas y parada emergencia.

- Lámparas de señalización:

Existe red, existe grupo, fallo arranque, baja presión aceite y exceso temperatura.

- Alarmas con identificación:

Fallo arranque automático, baja presión de aceite, parada de emergencia y bajo nivel de combustible.

11. PARARRAYOS

11.1 GENERALIDADES

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE - IPP (pararrayos)
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083,
- CEI 1024 y UNE-21.185

11.2 COMPONENTES

11.2.1 CABEZA CAPTADORA

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

11.2.2 MÁSTIL

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se

utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

11.2.3 ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra. El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm² de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra.

Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud Ø 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6×30 con taco de plástico. En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de Ø 60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

1. Instalación Captadora: tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de 8mm de Ø, fijada al edificio mediante soportes conductores roscados

provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.

2. Derivador: es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra. El número de derivadores a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano, dividido entre 15. Es decir, uno cada 15 metros del perímetro exterior proyectado de la cubierta sobre el plano. Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.

3. Electrodo de puesta a tierra: su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectarán todos los derivadores utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadores.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. SOFTWARE UTILIZADO. PRESTO v 8.8	326
1.1 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO	326
1.2 UTILIZACIÓN DE PRESTO	326
2. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO	329
3. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.....	363
4. PRESUPUESTO MEGAFONÍA	366
5. PRESUPUESTO TOTAL	372

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Nombre del proyecto

Figura 2. Capítulos del proyecto

Figura 3. Adición de partidas al proyecto

Figura 4. Vista “árbol” del presupuesto

1. SOFTWARE UTILIZADO. PRESTO v 8.8

1.1 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO

Presto es un programa que permite generar presupuestos de una obra y gestionar el proceso de la obra. Presto comenzó como un programa de mediciones y presupuestos para arquitectos, que se ha ido desarrollando con el tiempo para satisfacer las necesidades de profesionales y empresas.

El programa permite generar presupuestos, planes de obras, cuadros de precios, seguimiento de obra y en general cualquier documento necesario para la gestión de un proceso constructivo. Comprende las diferentes necesidades de todos los agentes que intervienen:

- Profesionales de proyectos
- Empresas constructoras

Es un programa específico y potente, que ayuda a realizar las diferentes tareas de forma integrada y al mismo tiempo, es sencillo, accesible y abierto. La productividad de Presto es muy superior a la de otros sistemas informáticos genéricos:

- Evita los problemas del uso incontrolado de hojas de cálculo, que promueven la informática sumergida, generan incompatibilidad entre los agentes y son origen de muchos errores.
- El seguimiento de costes durante la ejecución es más práctico que el de los programas de planificación de proyectos, que provienen de otros sectores industriales, están orientados al tiempo y requieren un elevado número de actividades.
- La información obtenida es propia de la construcción, que no puede obtenerse con contabilidades analíticas, sistemas de facturación genéricos y ERP.
- A diferencia de los sistemas centralizados, cada agente controla la información que introduce en el sistema y la que envía a los demás agentes, siendo percibido como una herramienta que aporta valor y no como un sistema de control.

Toda la información se mantiene integrada en el presupuesto, desde la planificación hasta las certificaciones, incluyendo el control económico de la ejecución, la información de los sistemas de gestión de la calidad y la documentación de la obra terminada, proporcionando un entorno compartido de gestión del conocimiento.

1.2 UTILIZACIÓN DE PRESTO

Una vez instalado el software Presto, lo primero que haremos será crear un nuevo proyecto. Para ello, hacemos click en nuevo e introducimos el nombre del proyecto. En este caso al tratarse del presupuesto de la instalación del edificio, lo llamaremos “Meninasele”:

Figura 1. Nombre del proyecto

A continuación, rellenamos la siguiente tabla, correspondiente a las propiedades de la obra. En este cuadro, debemos introducir datos como por ejemplo:

- El tipo de moneda
- El I.V.A
- Las fechas del proyecto
- Datos del proyectistas...

Una vez hecho esto, estamos en disposición de empezar a ingresar datos. El presupuesto se dividirá en capítulos tales como:

- Centro de Transformación
- CGBT
- Planta Primera...

Lo primero que haremos será crear un capítulo, por ejemplo el capítulo E001, correspondiente al “Centro de Transformación”:

	Código	Nc	Info	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres	
	MENINASELE		r						
1	E001				Centro de Transformación ...	1		0	

Figura 2. Capítulos del presupuesto

Una vez creado el capítulo, ingresamos en el haciendo doble click sobre el nombre, para ingresar las partidas correspondientes a dicho capítulo. Las partidas las ingresamos desde la base de datos de precios que tengamos. Por ejemplo, una partida correspondiente al Centro de Transformación, será en transformador y las celdas de protección. Para ingresarla, nos iríamos a la partida “Centros de Transformación y Seccionamiento” de la base de batos, y la arrastraríamos hasta nuestro capítulo:

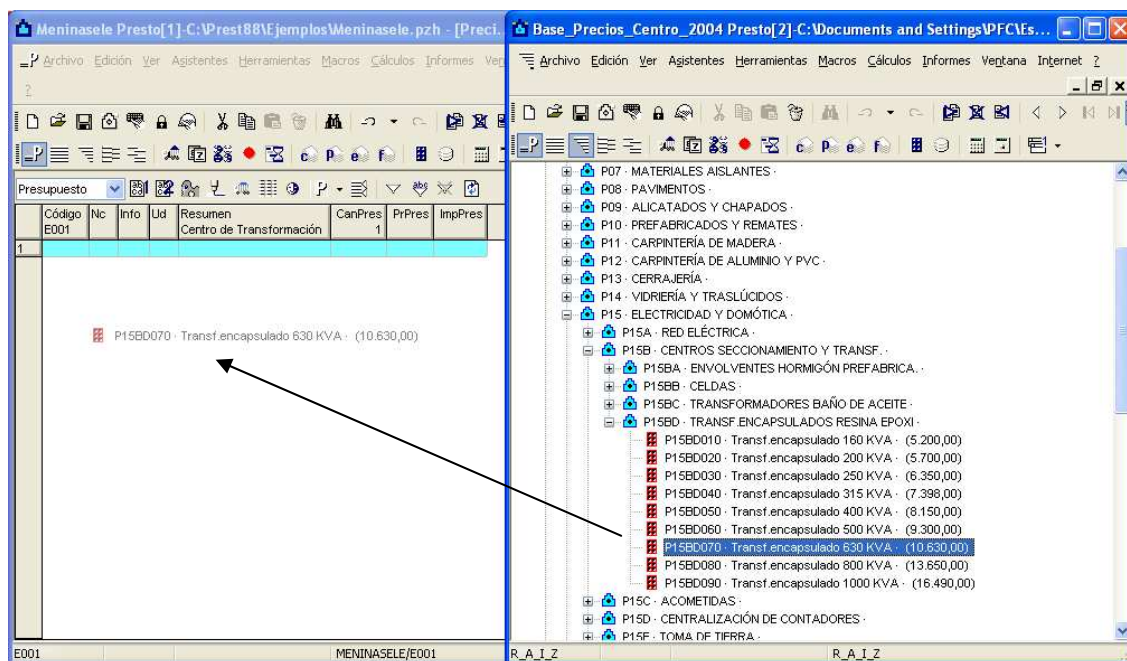


Figura 3. Adición de Partidas al proyecto

De esta forma, iríamos creando y rellenando todos los capítulos de nuestro proyecto. Una vez añadidos todas las partidas, nos quedaría de la siguiente forma:

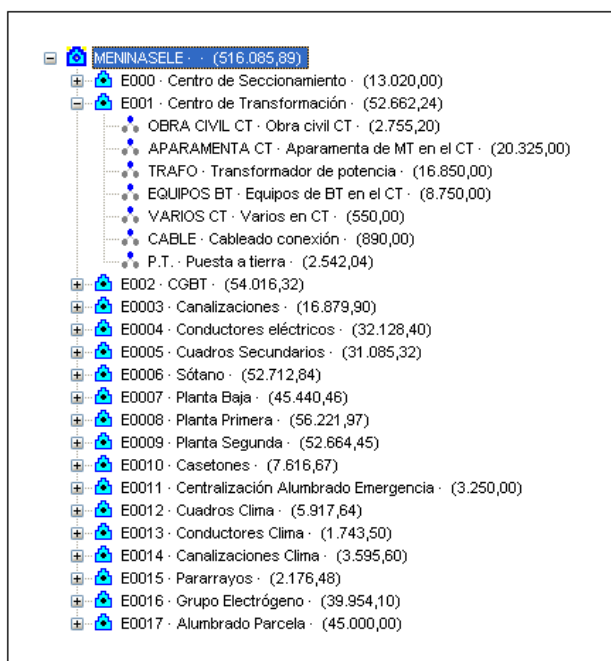


Figura 4. Vista "árbol" del presupuesto

2. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO

El software nos permite extraer informes del presupuesto. Dichos informes, serán los contenidos en la documentación técnica del proyecto. A continuación, se muestra el informe extraído correspondiente al presupuesto de la instalación eléctrica del Edificio del Centro médico:

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO E000 Centro de Seccionamiento									
OBRA CIVIL CS	Ud Obra civil CS								
	Unidad de obra civil para el acondicionamiento del local destinado a albergar el Centro de Seccionamiento acorde a las condiciones dictadas por la Compañía Suministradora, tales como:								
	- Puerta de acceso al centro de seccionamiento de tipo normalizado, instalada.								
	- Canalización mediante bancada de obra civil de los cables de A.T. de acometida al centro, así como de los cables de interconexión entre celdas de protección y salida al centro de transformación, materiales y mano de obra incluidos.								
	- Red equipotencial en suelo de la sala para CS constituido en mallazo de 30x30 y conexionado con la red de puesta a tierra de protección del CS.								
							1,00	2.138,00	2.138,00
APARAMENTA	Ud Aparamenta de MT en el CS								
	Equipos de Media Tensión para la protección y el mando en la instalación del CS:								
	- Compacto Merlin Gerin gama RM6, modelo RM6 3I (3L), referencia RM63I, para tres funciones de línea de 400 A, según las características detalladas en memoria, con capotes cubrebornas y lámparas de presencia de tensión, instalado.								
	-3 Ud. Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.								
							1,00	8.865,00	8.865,00
VARIOS CS	Ud Varios en CS								
	Elementos varios en el Centro de Seccionamiento:								
	- 1 Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.								
	- 1 Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.								
	- 1 Par de guantes de maniobra.								
	- 4 Placas reglamentarias PELIGRO DE MUERTE, instaladas.								
	- 1 Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.								
							1,00	585,00	585,00
TIERRA	Ud Puesta a tierra								
	- 2 Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.								
	-1 Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.								
							1,00	1.432,00	1.432,00
TOTAL CAPÍTULO E000 Centro de Seccionamiento									13.020,00

CAPÍTULO E001 Centro de Transformación**OBRA CIVIL CT Ud Obra civil CT**

Unidad de obra civil para el acondicionamiento del local destinado a albergar el Centro de Transformación, tales como:

- Juego de dos carriles para soporte de transformador, instalados.
- Tabicado de fábrica de ladrillo para la celda del transformador.
- Cierre metálico en malla de acero para la protección contra contactos en el transformador, instalado.
- Puerta de acceso de transformadores normalizada, enclavada con la celda de protección, totalmente instalada.
- Canalización mediante bancada de obra civil de los cables de A.T. de acometida al centro, así como de los cables de interconexión entre celdas de protección y transformador, materiales y mano de obra incluidos.

1,00 2.755,20 2.755,20
APARAMENTA Ud Aparamenta de MT en el CT

Equipos de Media Tensión para la protección y el mando en la instalación del CT:

- 1 Ud. Cabina de remonte de cables Merlin Gerin gama SM6, modelo GAME, referencia SGA-ME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados.
- 1 Ud. Cabina disyuntor Merlin Gerin gama SM6, modelo DM1C, referencia SDM1CX16, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor tipo SFSET 400A en SF6 con mando RI manual, con bobina de apertura Mitop y bobina de apertura adicional para protección térmica, sistema de puesta a tierra, captadores de intensidad, relé VIP 300P para protección indirecta y enclavamientos instalados.
- 1 Ud. Cabina de medida Merlin Gerin gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según características detalladas en memoria, instalados.

1,00 20.325,00 20.325,00
TRAFO Ud Transformador de potencia

Instalación de transformador de potencia, alimentación en MT, salida en BT y sondas de temperatura para su protección:

- Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Merlin Gerin (según Norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 630 kVA. Relación: 20/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11.
- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.
- Ud. Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103 para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.

1,00 16.850,00 16.850,00
EQUIPOS BT Ud Equipos de BT en el CT

- 1 Ud. Conjunto RECTIBLOC Merlin Gerin formado por una batería BT de condensadores tipo Varplus de 30 kVAr, protegida contra sobreintensidades mediante interruptor automático, con cubrebornas, con las conexiones al secundario del transformador, instalado.
- 1 Ud. Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.
- 1 Ud. Cuadro de Baja Tensión modelo Prisma Plus para protección de salida de transformador conteniendo un interruptor automático Compact NS1000N Micrologic 2.0, tetrapolar, de calibre 1000 A regulables, instalado.

1,00 8.750,00 8.750,00
VARIOS CT Ud Varios en CT

Elementos varios en el Centro de Transformación:

- Placas reglamentarias PELIGRO DE MUERTE, instaladas.
- Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.
- Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.
- Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.
- Ud. Par de guantes de maniobra.

1,00 550,00 550,00

CABLE	Ud Cableado conexión Cableado de conexión entre los transformadores y el Centro de seccionamiento con cable de aluminio de 240mm ² de sección. 12/20KV de aislamiento. Libre de halógenos.			
		1,00	890,00	890,00
P.T.	Ud Puesta a tierra Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria. Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.			
		1,00	2.542,04	2.542,04
TOTAL CAPÍTULO E001 Centro de Transformación				52.662,24

CAPÍTULO E002 CGBT**SUBCAPÍTULO CE 00 Cuadro General Baja Tensión**

ER0020105	Ud Panel metálico 2100x1000x600. Panel metálico de 2100x1000x600 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas y fijado en bancada, instalado.			
		5,00	338,72	1.693,60
AER0020112	Ud Barraje con pletina Cu.50 kA. Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión eléctrica entre aparamentas en cada panel, capacidad para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 50 kA, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		3,00	271,73	815,19
AN-REDES	Ud Analizador de redes Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 41, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, contador de energías activa, reactiva y aparente sobre 4 cuadrantes, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		4,00	550,00	2.200,00
E0103003TIPO1	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección formado por fusibles y dispositivo limitador para 100 kA de Dehn o equivalente aprobado			
		2,00	243,00	486,00
41000550	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x1000 5.0 50 Interruptor automático, 4x1000 A y 50 kA, modelo NS1000N, ref. 33561 de Merlin Gerin o equivalente aprobado, con unidad de control Micrologic 5.0, conexionado, tomas anteriores, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		1,00	4.866,00	4.866,00
E01383	Ud Inversor automático de redes 4x400A Inversor automático de redes 4x400A, SOCOMEC o equivalente, modelo ATyS 6m, con dos interruptores seccionadores sobrepuestos interclavados para realizar la inversión automática de la red, con mando motorizado de tres posiciones estables I-0-II, equipado con relés de mínima tensión, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores, display exterior con conexión RJ45 ATyS D20 y módulo de comunicación RS-485; completamente instalado y funcionando.			
		1,00	4.650,00	4.650,00

AER00202135	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 3x800 50 Interrupor automático, 3x800 A y 50 kA, modelo NS800N, ref. 33466 de Merlin Gerin o equivalente aprobado, con unidad de control Micrologic 2.0, conexionado, tomas anteriores, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		1,00	2.650,00	2.650,00
NSXN400	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x400 50KA Micro2.3 Interrupor automático diferencial 4x400 A y 50 kA, modelo NSX400N ref. LV432734 de SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente aprobado, con relés electrónicos Micrologic 2.3, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		2,00	2.515,33	5.030,66
NSXN400V23	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x400 50KA Vigi2.3 Interrupor automático diferencial 4x400 A y 50 kA, modelo NSX400N ref. LV432734 de SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente aprobado, con relés electrónicos Micrologic 2.3 y bloque Vigi con regulación de 0,03 a 10 A en sensibilidad y de 0 a 310 ms en tiempo, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		1,00	2.862,03	2.862,03
NSXN160160V	Ud Int. Aut. Magnetotérmico Dif. 4x160 R160 50 VigiTMD Interrupor automático 4x160 A y 50 kA, modelo NSX160N, ref. LV430860 de SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente aprobado, con relés magnetotérmicos TM-D de 160 A y bloque Vigi MH con regulación de 0,03 a 10 A en sensibilidad y de 0 a 310 ms en tiempo, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		1,00	1.184,31	1.184,31
NSXN160125V	Ud Int. Aut. Magnetotérmico Dif. 4x160 R125 50 VigiTMD Interrupor automático 4x160 A y 50 kA, modelo NSX160N, ref. LV430861 de SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente aprobado, con relés magnetotérmicos TM-D de 125 A y bloque Vigi MH con regulación de 0,03 a 10 A en sensibilidad y de 0 a 310 ms en tiempo, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		3,00	894,98	2.684,94
NSXN10063V	Ud Int. Aut. Magnetotérmico Dif. 4x100 R63 50 VigiTMD Interrupor automático 4x100 A y 50 kA, modelo NSX100N, ref. LV429862 de SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente aprobado, con relés magnetotérmicos TM-D de 63 A y bloque Vigi MH con regulación de 0,03 a 10 A en sensibilidad y de 0 a 310 ms en tiempo, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		4,00	801,28	3.205,12
NSXN10050V	Ud Int. Aut. Magnetotérmico Dif. 4x100 R50 50 VigiTMD Interrupor automático 4x100 A y 50 kA, modelo NSX100N, ref. LV429863 de Merlin Gerin o equivalente aprobado, con relés magnetotérmicos TM-D de 50A y bloque Vigi MH con regulación de 0,03 a 10 A en sensibilidad y de 0 a 310 ms en tiempo, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		3,00	801,28	2.403,84
NSXN10040V	Ud Int. Aut. Magnetotérmico Dif. 4x100 R40 50 VigiTMD Interrupor automático 4x100 A y 50 kA, modelo NSX100N, ref. LV429864 de SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente aprobado, con relés magnetotérmicos TM-D de 100 A y bloque Vigi MH con regulación de 0,03 a 10 A en sensibilidad y de 0 a 310 ms en tiempo, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a CEI 947-2 y EN 60947-2.			
		6,00	801,28	4.807,68
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		395,39	5,00	1.976,95
TOTAL SUBCAPÍTULO CE 00 Cuadro General Baja Tensión				41.516,32

CE 00

Ud Cuadro General Baja Tensión

Cuadro eléctrico, situado en Sótano 1, tipo armario en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP 305.415, con dos puertas delanteras, la primera de ellas transparente y abisagrada, la segunda ciega y desmontable, conteniendo cerradura con llave. Preparado para mandar y señalizar la instalación desde el propio cuadro o desde el sistema de control. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.

Material de Schneider Electric y Socomec

E2954

Ud Bat. autorregulada condensador 500 kVAr 400V

Batería de condensadores regulable automáticamente en armario y una potencia de 300 kVAr con una composición física de 4 escalones de 2 x50 + 2 x 100 kVAR, 400 V, 50 Hz, fusibles, contactores con resistencia de preinserción y regulador, con filtros de rechazo, modelo Varset SAH ref. 65837, de SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente, montada en armario tipo A3, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, incluso transformador de intensidad x/5A, 5 VA, para señal de regulación, totalmente montada, conexionada e instalada.

1,00 41.516,32 41.516,32

1,00 12.500,00 12.500,00

TOTAL CAPÍTULO E002 CGBT 54.016,32

CAPÍTULO E0003 Canalizaciones**BMP CT60300 MI Bandeja met. perforada c/tapa galv. caliente 60x300mm**

Bandeja metálica perforada construida en chapa de acero de 60x300mm, modelo PEMSABAND ref.75232300, de PEMSA o equivalente aprobado, con tapa ciega de acero montada a presión, ref. 73031300; galvanizado en caliente, M-0, borde de seguridad y base embutida; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Conforme a UNE-EN ISO 1461-99, UNE-EN 61537, UNE 20460, ITC-BT 20 y 21

40,00 33,90 1.356,00

BMP CT60400 MI Bandeja met. perforada c/tapa galv. caliente 60x400mm

Bandeja metálica perforada construida en chapa de acero de 60x400mm, modelo PEMSABAND ref.75232400, de PEMSA o equivalente aprobado, con tapa ciega de acero montada a presión, ref. 73031400; galvanizado en caliente, M-0, borde de seguridad y base embutida; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Conforme a UNE-EN ISO 1461-99, UNE-EN 61537, UNE 20460, ITC-BT 20 y 21

12,00 39,25 471,00

BMP C60300 MI Bandeja metál. perf. galv. caliente 60x300mm

Bandeja metálica perforada construida en chapa de acero de 60x300mm, modelo PEMSABAND ref.75232300, de PEMSA o equivalente aprobado, galvanizado en caliente, M-0, borde de seguridad, base embutida y perfil lateral para tapa encastrable; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Conforme a UNE-EN ISO 1461-99, UNE-EN 61537, UNE 20460, ITC-BT 20 y 21.

320,00 21,80 6.976,00

BMP C60600 MI Bandeja metál. perf. galv. caliente 60x600mm

Bandeja metálica perforada construida en chapa de acero de 60x600mm, modelo PEMSABAND ref.75232600, de PEMSA o equivalente aprobado, galvanizado en caliente, M-0, borde de seguridad, base embutida y perfil lateral para tapa encastrable; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Conforme a UNE-EN ISO 1461-99, UNE-EN 61537, UNE 20460, ITC-BT 20 y 21.

40,00 35,76 1.430,40

BRC60600	MI Bandeja tipo rejilla galv. caliente 60x600 Bandeja tipo rejilla de 60x600 mm, galvanizado en caliente (conforme a UNE-EN ISO 1461-99), modelo REJIBAND ref. 60232600, de PEMSA o equivalente aprobado, comportamiento ante el fuego M-0, no propagador de la llama, con borde de seguridad; completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.			
		30,00	30,30	909,00
BRC60300	MI Bandeja tipo rejilla galv. caliente 60x300 Bandeja tipo rejilla de 60x300 mm, galvanizado en caliente (conforme a UNE-EN ISO 1461-99), modelo REJIBAND ref. 60232300, de PEMSA o equivalente aprobado, comportamiento ante el fuego M-0, no propagador de la llama, con borde de seguridad; completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.			
		270,00	21,25	5.737,50
TOTAL CAPÍTULO E0003 Canalizaciones				16.879,90

CAPÍTULO E0004 Conductores eléctricos

RZ1K AS 013	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x185mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 1x185 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		330,00	18,52	6.111,60
RZ1K AS 012	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x150 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 1x150 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		480,00	16,25	7.800,00
RZ1K AS 011	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x120 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 1x120 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		60,00	12,84	770,40
RZ1K AS 009	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x70 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 1x70 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		460,00	9,26	4.259,60
RZ1K AS 008	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x50 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 1x50 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		120,00	7,80	936,00
RZ1K AS 044	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x25+16 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 4x25+16 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		280,00	14,26	3.992,80
RZ1K AS 042	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x10+10 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 4x10+10 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		100,00	8,28	828,00

RZ1K RF 034	MI Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.4x16+16 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x16+16 mm2 en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		15,00	15,08	226,20
RZ1K RF 033	MI Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.4x10+10 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x10+10 mm2 en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		60,00	13,03	781,80
RZ1K RF 011	MI Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.1x120 mm2 Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 1x120 mm2 en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		520,00	12,35	6.422,00
TOTAL CAPÍTULO E0004 Conductores eléctricos				32.128,40

CAPÍTULO E0005 Cuadros Secundarios

SUBCAPÍTULO CS-SOTANO CS-Sótano

ER0020123	Ud Panel metálico 2000x900x400. Panel metálico de 2000x900x400 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas y fijado en bancada, instalado.			
		1,00	280,00	280,00
AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	153,05	153,05
E0103003	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 20 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	151,88	151,88
AER0020412	Ud Int.manual corte en carga 4x63A. Interruptor manual corte en carga 4x63 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS63, ref. 28903 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	85,17	85,17
AER0020411	Ud Int.manual corte en carga 4x40A. Interruptor manual corte en carga 4x40 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS40, ref. 28901 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	40,15	40,15
AIMT4x40 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x40 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x40 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25017 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	138,68	138,68

AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		5,00	116,65	583,25
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		7,00	118,57	829,99
ADDR4X25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A.			
	Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		8,00	107,34	858,72
AER0020318	Ud DDR 4x25 A, 30 mA, Clase A, SI.			
	Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26756 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		4,00	206,94	827,76
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		20,00	63,63	1.272,60
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		21,00	64,62	1.357,02
IHPCONTROL	Ud Interruptor horario			
	Interruptor horario 2x10A, tensión de alimentación 230V, 50 Hz, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo IHP referencia 15270, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	188,06	188,06
ER0020507	Ud Contactor modular 2x16A-230V			
	Contactor modular bipolar de 2x16 A, tensión de alimentación 230/240V, 50 Hz, silencioso < 20 db, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT 16A 2NA, ref. 15957, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		3,00	23,20	69,60
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		68,36	5,00	341,80
TOTAL SUBCAPÍTULO CS-SOTANO CS-Sótano				7.177,73

SUBCAPÍTULO CS-SALASTEC CS-Salas Técnicas

ER0020127	Ud Cuadro empo. 3 filas mat.aislant			
	Cuadro para montaje empotrado de material aislante, protección IP 305.415, con dos puertas delanteras, la primera de ellas transparente y abisagrada, la segunda ciega y desmontable, conteniendo cerradura con 2 llaves Ronis nº 405, todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a albergar, siendo sus dimensiones mínimas de 640x590x120 mm, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	246,91	246,91
AER0020411	Ud Int.manual corte en carga 4x40A.			
	Interruptor manual corte en carga 4x40 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS40, ref. 28901 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	40,15	40,15
AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	116,65	116,65
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	118,57	118,57
ADDR4x25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A.			
	Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		2,00	107,34	214,68
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		5,00	63,63	318,15
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	64,62	64,62
AIMT4x10 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x10 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x10 A, curva C, 10 kA, C60H, ref. 25012 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	107,13	107,13

SM 0.55	Ud Salida a motor de 0,55 kW, arranque directo			
	Disyuntor motor magnetotérmico tripolar con 50kA a 415V, regulación térmica de 1 a 1,6 A y disparo magnético para 22,5A, Ref. GV2-P06 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
	Contactor tripolar para control de motores hasta una potencia de 4 kW, 9 A, 50/60 Hz, categoria AC-3, 380 V, Ref. LC1-D09 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
	Circuito de mando preparado para realizar el arranque directo de un motor, compuesto por bobinas, contactores y pilotos de señalización, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	208,29	208,29
%0117	Ud Cableado interior, conexonado y pruebas			
		14,35	5,00	71,75
TOTAL SUBCAPÍTULO CS-SALASTEC CS-Salas Técnicas .				1.506,90

SUBCAPÍTULO CS-PBAJA CS-Planta Baja

ER0020123	Ud Panel metálico 2000x900x400. Panel metálico de 2000x900x400 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexonado de líneas y fijado en bancada, instalado.			
		1,00	280,00	280,00
AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	153,05	153,05
E0103003	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 20 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	151,88	151,88
AER0020412	Ud Int.manual corte en carga 4x63A. Interruptor manual corte en carga 4x63 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS63, ref. 28903 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	85,17	85,17
AER0020411	Ud Int.manual corte en carga 4x40A. Interruptor manual corte en carga 4x40 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS40, ref. 28901 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	40,15	40,15
AIMT4x40 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x40 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x40 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25017 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	138,68	138,68

AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		5,00	116,65	583,25
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		7,00	118,57	829,99
ADDR4X25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A.			
	Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		8,00	107,34	858,72
AER0020318	Ud DDR 4x25 A, 30 mA, Clase A, SI.			
	Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26756 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		4,00	206,94	827,76
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		20,00	63,63	1.272,60
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		21,00	64,62	1.357,02
IHPCONTROL	Ud Interruptor horario			
	Interruptor horario 2x10A, tensión de alimentación 230V, 50 Hz, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo IHP referencia 15270, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	188,06	188,06
ER0020507	Ud Contactor modular 2x16A-230V			
	Contactor modular bipolar de 2x16 A, tensión de alimentación 230/240V, 50 Hz, silencioso < 20 db, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT 16A 2NA, ref. 15957, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		4,00	23,20	92,80
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		68,59	5,00	342,95
TOTAL SUBCAPÍTULO CS-PBAJA CS-Planta Baja				7.202,08

SUBCAPÍTULO CS-RECEPCION CS-Recepción

ER0020127	Ud Cuadro empo. 3 filas mat.aislant			
	Cuadro para montaje empotrado de material aislante, protección IP 305.415, con dos puertas delanteras, la primera de ellas transparente y abisagrada, la segunda ciega y desmontable, conteniendo cerradura con 2 llaves Ronis nº 405, todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a albergar, siendo sus dimensiones mínimas de 640x590x120 mm, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
AER0020411	Ud Int.manual corte en carga 4x40A.	1,00	246,91	246,91
	Interruptor manual corte en carga 4x40 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS40, ref. 28901 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10	1,00	40,15	40,15
	Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10	1,00	116,65	116,65
	Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
ADDR4x25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A.	1,00	118,57	118,57
	Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
AER0020318	Ud DDR 4x25 A, 30 mA,Clase A, SI.	1,00	107,34	107,34
	Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26756 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10	1,00	206,94	206,94
	Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10	4,00	63,63	254,52
	Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas	3,00	64,62	193,86
		12,85	5,00	64,25
TOTAL SUBCAPÍTULO CS-RECEPCION CS-Recepción				1.349,19

SUBCAPÍTULO CS-SEGUNDA CS-Planta Segunda

ER0020123	Ud Panel metálico 2000x900x400. Panel metálico de 2000x900x400 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas y fijado en bancada, instalado.			
		1,00	280,00	280,00
AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	153,05	153,05
E0103003	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 20 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	151,88	151,88
AER0020412	Ud Int.manual corte en carga 4x63A. Interruptor manual corte en carga 4x63 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS63, ref. 28903 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	85,17	85,17
AER0020411	Ud Int.manual corte en carga 4x40A. Interruptor manual corte en carga 4x40 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS40, ref. 28901 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	40,15	40,15
AIMT4x40 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x40 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x40 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25017 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	138,68	138,68
AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		4,00	116,65	466,60
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		7,00	118,57	829,99
ADDR4X25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		7,00	107,34	751,38
AER0020318	Ud DDR 4x25 A, 30 mA, Clase A, SI. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26756 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		4,00	206,94	827,76

AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		17,00	63,63	1.081,71
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		21,00	64,62	1.357,02
IHPCONTROL	Ud Interruptor horario			
	Interruptor horario 2x10A, tensión de alimentación 230V, 50 Hz, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo IHP referencia 15270, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	188,06	188,06
ER0020507	Ud Contactor modular 2x16A-230V			
	Contactor modular bipolar de 2x16 A, tensión de alimentación 230/240V, 50 Hz, silencioso < 20 db, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT 16A 2NA, ref. 15957, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		3,00	23,20	69,60
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		64,21	5,00	321,05
TOTAL SUBCAPÍTULO CS-SEGUNDA CS-Planta Segunda..				6.742,10

SUBCAPÍTULO CS-FIV CS-FIV

ER0020123	Ud Panel metálico 2000x900x400.			
	Panel metálico de 2000x900x400 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas y fijado en bancada, instalado.			
		1,00	280,00	280,00
AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini			
	Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	153,05	153,05
E0103003	Ud Protección contra sobretensiones			
	Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 20 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	151,88	151,88
AER0020412	Ud Int.manual corte en carga 4x63A.			
	Interruptor manual corte en carga 4x63 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS63, ref. 28903 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	85,17	85,17
AER0020411	Ud Int.manual corte en carga 4x40A.			
	Interruptor manual corte en carga 4x40 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS40, ref. 28901 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	40,15	40,15

AIMT4x40 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x40 C 10 Interrupor automático magnetotérmico 4x40 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25017 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	138,68	138,68
AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10 Interrupor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		2,00	116,65	233,30
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10 Interrupor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		3,00	118,57	355,71
ADDR4x25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		3,00	107,34	322,02
AER0020318	Ud DDR 4x25 A, 30 mA, Clase A, SI. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26756 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		2,00	206,94	413,88
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10 Interrupor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		8,00	63,63	509,04
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10 Interrupor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		9,00	64,62	581,58
IHPCONTROL	Ud Interruptor horario Interrupor horario 2x10A, tensión de alimentación 230V, 50 Hz, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo IHP referencia 15270, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	188,06	188,06
ER0020507	Ud Contactor modular 2x16A-230V Contactor modular bipolar de 2x16 A, tensión de alimentación 230/240V, 50 Hz, silencioso < 20 db, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT 16A 2NA, ref. 15957, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	23,20	23,20
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		34,76	5,00	173,80
TOTAL SUBCAPÍTULO CS-FIV CS-FIV				3.649,52

SUBCAPÍTULO CS-RACKS CS-RACKS

ER0020123	Ud Panel metálico 2000x900x400. Panel metálico de 2000x900x400 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas y fijado en bancada, instalado.			
		1,00	280,00	280,00
AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	153,05	153,05
E0103003	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 20 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	151,88	151,88
AER0020412	Ud Int.manual corte en carga 4x63A. Interruptor manual corte en carga 4x63 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS63, ref. 28903 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	85,17	85,17
AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		2,00	116,65	233,30
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		5,00	118,57	592,85
ADDR4x25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		6,00	107,34	644,04
AER0020318	Ud DDR 4x25 A, 30 mA, Clase A, SI. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26756 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		1,00	206,94	206,94
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10 Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		8,00	63,63	509,04
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10 Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		5,00	64,62	323,10

AIMT4x16 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x16 C 10			
	Interruptor automático magnetotérmico 4x16 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25013 de MER-LIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		1,00	113,78	113,78
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		32,93	5,00	164,65
TOTAL SUBCAPÍTULO CS-RACKS CS-RACKS				3.457,80
TOTAL CAPÍTULO E0005 Cuadros Secundarios				31.085,32

CAPÍTULO E0006 Sótano**SUBCAPÍTULO SOT-DE Distribuciones Eléctricas**

EMERFLEX	Ud Punto emergencia flexible			
	Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor RZ1-K (AS) de 3x2,5mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		33,00	39,45	1.301,85
EMERRIGIDO	Ud Punto emergencia rígido			
	Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo rígido libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor ES07Z1-K (AS) de 2(1x1,5) mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		10,00	42,52	425,20
PUNTOLUZFLEX	Ud Punto luz flexible			
	Punto de luz mandado desde cuadro secundario (CS), realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama, de GEWISS o equivalente aprobado, conectores Wieland con cajas repartidoras tipo ATTEMA de MMDataelectric o equivalente aprobado y conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, incluyendo latiguillo para conexión entre luminaria y caja repartidora con cable RZ1-K(AS) y conectores Wieland, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		118,00	61,00	7.198,00
DETPRE	Ud Instalación Detector de Presencia			
	Instalación de detector de movimiento para el accionamiento de contactores del cuadro o directamente sobre la luminaria, con posibilidad de temporización, con parte proporcional de alimentación realizada en tubo y cableado libre de halógenos, modelo CDP de SCHNEIDER, con parte proporcional de cableado libre de halógenos 3x1,5mm ² de PRYSMIAN, tubo libre de halógenos de 20mm de GEWISS o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, totalmente instalado y funcionando.			
		19,00	85,00	1.615,00
PUNTOLUZINT	Ud Punto luz desde interruptor			
	Punto de luz mandado a través interruptor, realizado en tubo flexible de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama, libre de halógenos de GEWISS o equivalente aprobado, mecanismo SIMON serie 82 color aluminio y tecla en grafito, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS realizado con cable RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm ² de PRYSMIAN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		103,00	65,06	6.701,18

TECAJA	Ud Toma eléctrica en caja Toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubo flexible reforzado libre de halógenos 20 mm. de diámetro, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, cajas de baquelita y cable de 3x2,5mm ² . según designación UNE RZ1-K(AS), incluso parte proporcional de circuito alimentador desde el CS correspondiente, instalado.			
			1,00	99,91
PUNTOLUZESTA	Ud Punto luz desde interruptor estanco Punto de luz mandado a través interruptor estanco, realizado en tubo rígido de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama, libre de halógenos de GEWISS o equivalente aprobado, mecanismo SIMON serie 44, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS realizado con cable RZ1-K(AS) de 3x1,5 mm ² de PRYSMIAN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			99,91
TOMAFUERZA1	Ud Punto enchufe 2x16A+T flexible Toma de corriente 2x16A+T, realizada en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes de empotrar libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 82 color aluminio o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.		16,00	59,23
				947,68
TOMAFUERZA2	Ud Punto enchufe estanco 2x16A+T Rígido Toma de corriente 2x16A+T, realizado en tubo rígido libre de halógenos de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes estancas y libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 44 o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.		77,00	72,00
				5.544,00
TE-TRIFAS	Ud Punto enchufe 3x32A+N+T rígido Punto base de enchufe 3x32A+N+T, realizado en tubo rígido de acero 29 mm de diámetro, cajas metálicas de superficie MANILE o equivalente tipo MANIBOITE de paso y derivación, conductor de 4x6+T mm ² según RZ1-K(AS) libre de halógenos y mecanismos SIMON serie 44 o equivalente, con parte proporcional circuito alimentador desde el CS correspondiente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.		7,00	66,00
				462,00
PUESTOTRABAJO	Ud Puesto de trabajo Punto electrificación para puesto trabajo compuesto por caja de suelo para empotrar en pared para tres módulos, modelo SBM350 de SIMON CONNECT o equivalente aprobado, marco portamecanismos sin tapa cima pro para cajetín de pared de 3 módulos para empotrar SBM302/9, con dos módulos para cuatro tomas corriente tipo schuko de 16A, dos blancas para suministro normal modelo S1/9, y dos rojas para suministro SAI modelo S1/6, y otro módulo para cuatro tomas de Voz y Datos con placa cima V&D inclinada con guardapolvo S80C/9 y modulo MD para 1 conector SYSTI-MAX MD63; con parte proporcional de doble acometida a la caja de cable RZ1-K(AS) de 3x2,5mm ² tanto para las tomas blancas como para las rojas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.		2,00	180,00
				360,00
			27,00	120,00
				3.240,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SOT-DE Distribuciones Eléctricas ..				27.894,82

SUBCAPÍTULO SOT-AL Aparatos alumbrado

LUMIN2	Ud Luminaria empotrar 4x14 W REG Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico regulable 1-10V. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 ED 01 de TRILUX. Incluyendo sensor de luz Luxsense de Philips, montaje de este en placa de falso techo adyacente y cableado de unión con balasto electrónico regulable. Totalmente montada, conexionada y funcionando.	10,00	200,00	2.000,00
LUMIN1	Ud Luminaria empotrar 4x14 W Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 E 01 de TRILUX. Totalmente montada, conexionada y funcionando.	81,00	132,70	10.748,70
LUMIN3	Ud Downlight empotrar 35W LED Downlight empotrado circular decorativo, modelo LUXSPACE COMPACT UGR 19, de PHILIPS o equivalente aprobado, con disipador y reflector de aluminio, color RAL a elegir en obra, lámpara de LED, todo para empotrar en falso techo. Referencia BBS491 1XDLED. Incluso equipo electrónico. Incluyendo clips de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto montaje. Completamente fijado, conexionado, montado e instalado.	27,00	225,00	6.075,00
LUMIN9	Ud Luminaria lineal 1x80 W Luminaria con recubrimiento prismático de PLEXIGLÁS, integrado a ras en el cuerpo de la luminaria, en color blanco. Sistema óptico directo. Rendimiento 60%. Medidas 1476x85x70. Incluyendo balasto electrónico Multi-Lamp y tubo de 80W. Incluyendo todos los elementos necesarios para su montaje. Totalmente montada, conexionada y funcionando. Modelo SOLVAN H1-L OTA 180 E 01	21,00	100,00	2.100,00
LUMIN5	Ud Pantalla estancia 2x35w Luminaria estancia IP65 e IK07, clase I, de 2x36w, incluyendo lámparas y balasto electrónico, modelo SYLPROOF-PRO de Sylvania ó similar aprobada, totalmente instalada y funcionando.	16,00	63,52	1.016,32
EMERG1	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h empotrado Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja de enrasar en techo para instalación empotrada, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.	33,00	66,00	2.178,00
EMERG3	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h superficie estancia Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja estancia IP66 IK08 KES, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.	10,00	70,00	700,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SOT-AL Aparatos alumbrado.....				24.818,02
TOTAL CAPÍTULO E0006 Sótano				52.712,84

CAPÍTULO E0007 Planta Baja**SUBCAPÍTULO BAJ-DE Distribuciones Eléctricas**

EMERFLEX	Ud Punto emergencia flexible Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor RZ1-K (AS) de 3x2,5mm2, de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		42,00	39,45	1.656,90
EMERRIGIDO	Ud Punto emergencia rígido Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo rígido libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor ES07Z1-K (AS) de 2(1x1,5) mm2, de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	42,52	42,52
PUNTOLUFLEX	Ud Punto luz flexible Punto de luz mandado desde cuadro secundario (CS), realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama, de GEWISS o equivalente aprobado, conectores Wieland con cajas repartidoras tipo ATTEMA de MMDataelectric o equivalente aprobado y conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm2, de PRYSMIAN o equivalente aprobado, incluyendo latigui- llo para conexión entre luminaria y caja repartidora con cable RZ1-K(AS) y conectores Wieland, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		53,00	61,00	3.233,00
DETPRE	Ud Instalación Detector de Presencia Instalación de detector de movimiento para el accionamiento de contactores del cuadro o directamen- te sobre la luminaria, con posibilidad de temporización, con parte proporcional de alimentación realiza- da en tubo y cableado libre de halógenos, modelo CDP de SCHNEIDER, con parte proporcional de cableado libre de halógenos 3x1,5mm2 de PRYSMIAN, tubo libre de halógenos de 20mm de GE- WISS o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, totalmente insta- lado y funcionando.			
		18,00	85,00	1.530,00
PUNTOLUZINT	Ud Punto luz desde interruptor Punto de luz mandado a través interruptor, realizado en tubo flexible de 20 mm de diámetro, no pro- pagador de la llama, libre de halógenos de GEWISS o equivalente aprobado, mecanismo SIMON serie 82 color aluminio y tecla en grafito, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS realizado con cable RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm2 de PRYSMIAN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		84,00	65,06	5.465,04
TOMAFUERZA1	Ud Punto enchufe 2x16A+T flexible Toma de corriente 2x16A+T, realizada en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 20 mm de diá- metro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes de empotrar libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm2, de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 82 color aluminio o equivalente aprobado, con parte propor- cional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, ins- talado.			
		77,00	72,00	5.544,00

PUESTOTRABAJO	Ud	Puesto de trabajo			
		Punto electrificación para puesto trabajo compuesto por caja de suelo para empotrar en pared para tres módulos, modelo SBM350 de SIMON CONNECT o equivalente aprobado, marco portamecanismos sin tapa cima pro para cajetín de pared de 3 módulos para empotrar SBM302/9, con dos módulos para cuatro tomas corriente tipo schuko de 16A, dos blancas para suministro normal modelo S1/9, y dos rojas para suministro SAI modelo S1/6, y otro módulo para cuatro tomas de Voz y Datos con placa cima V&D inclinada con guardapolvo S80C/9 y modulo MD para 1 conector SYSTI-MAX MD63; con parte proporcional de doble acometida a la caja de cable RZ1-K(AS) de 3x2,5mm2 tanto para las tomas blancas como para las rojas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
			27,00	120,00	3.240,00
TOTAL SUBCAPÍTULO BAJ-DE Distribuciones Eléctricas...					20.711,46

SUBCAPÍTULO BAJ-AL Aparatos alumbrado

LUMIN2	Ud Luminaria empotrar 4x14 W REG	Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico regulable 1-10V. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 ED 01 de TRILUX. Incluyendo sensor de luz Luxsense de Philips, montaje de este en placa de falso techo adyacente y cableado de unión con balasto electrónico regulable. Totalmente montada, conexionada y funcionando.			
			22,00	200,00	4.400,00
LUMIN1	Ud Luminaria empotrar 4x14 W	Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 E 01 de TRILUX. Totalmente montada, conexionada y funcionando.			
			50,00	132,70	6.635,00
LUMIN3	Ud Downlight empotrar 35W LED	Downlight empotrado circular decorativo, modelo LUXSPACE COMPACT UGR 19, de PHILIPS o equivalente aprobado, con disipador y reflector de aluminio, color RAL a elegir en obra, lámpara de LED, todo para empotrar en falso techo. Referencia BBS491 1XDLED. Incluso equipo electrónico. Incluyendo clips de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto montaje. Completamente fijado, conexionado, montado e instalado.			
			35,00	225,00	7.875,00
LUMIN8	Ud Luminaria lineal 1x54 W	Luminaria con recubrimiento prismático de PLEXIGLÁS, integrado a ras en el cuerpo de la luminaria, en color blanco. Sistema óptico directo. Rendimiento 60%. Medidas 1176x85x70. Incluyendo balasto electrónico Multi-Lamp y tubo de 54W. Incluyendo todos los elementos necesarios para su montaje. Totalmente montada, conexionada y funcionando. Modelo SOLVAN H1-L OTA 154 E 01			
			4,00	95,00	380,00
LUMIN9	Ud Luminaria lineal 1x80 W	Luminaria con recubrimiento prismático de PLEXIGLÁS, integrado a ras en el cuerpo de la luminaria, en color blanco. Sistema óptico directo. Rendimiento 60%. Medidas 1476x85x70. Incluyendo balasto electrónico Multi-Lamp y tubo de 80W. Incluyendo todos los elementos necesarios para su montaje. Totalmente montada, conexionada y funcionando. Modelo SOLVAN H1-L OTA 180 E 01			
			26,00	100,00	2.600,00

EMERG1	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h empotrado Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja de enrasar en techo para instalación empotrada, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.			
		41,00	66,00	2.706,00
EMERG2	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h superficie Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja para semiempotrar en pared, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.			
		1,00	63,00	63,00
EMERG3	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h superficie estanca Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja estanca IP66 IK08 KES, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.			
		1,00	70,00	70,00
TOTAL SUBCAPÍTULO BAJ-AL Aparatos alumbrado.....				24.729,00
TOTAL CAPÍTULO E0007 Planta Baja.....				45.440,46

CAPÍTULO E0008 Planta Primera**SUBCAPÍTULO PRI-DE Distribuciones Eléctricas**

EMERFLEX	Ud Punto emergencia flexible Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor RZ1-K (AS) de 3x2,5mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		40,00	39,45	1.578,00
PUNTOLUFLEX	Ud Punto luz flexible Punto de luz mandado desde cuadro secundario (CS), realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama, de GEWISS o equivalente aprobado, conectores Wieland con cajas repartidoras tipo ATTEMA de MMDataelectric o equivalente aprobado y conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, incluyendo latiguillo para conexión entre luminaria y caja repartidora con cable RZ1-K(AS) y conectores Wieland, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		35,00	61,00	2.135,00
DETPRE	Ud Instalación Detector de Presencia Instalación de detector de movimiento para el accionamiento de contactores del cuadro o directamente sobre la luminaria, con posibilidad de temporización, con parte proporcional de alimentación realizada en tubo y cableado libre de halógenos, modelo CDP de SCHNEIDER, con parte proporcional de cableado libre de halógenos 3x1,5mm ² de PRYSMIAN, tubo libre de halógenos de 20mm de GEWISS o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, totalmente instalado y funcionando.			
		17,00	85,00	1.445,00

PUNTOLUZINT Ud Punto luz desde interruptor

Punto de luz mandado a través interruptor, realizado en tubo flexible de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama, libre de halógenos de GEWISS o equivalente aprobado, mecanismo SIMON serie 82 color aluminio y tecla en grafito, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS realizado con cable RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm2 de PRYSMIAN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

117,00 65,06 7.612,02
TOMAFUERZA1 Ud Punto enchufe 2x16A+T flexible

Toma de corriente 2x16A+T, realizada en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes de empotrar libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm2, de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 82 color aluminio o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

98,00 72,00 7.056,00
TOMAFUERZA3 Ud Punto enchufe 2x16A+T rígido empotrado en suelo

Toma de corriente 2x16A+T para empotrar en suelo, realizada en tubo rígido reforzado libre de halógenos de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes de empotrar libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm2, de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 82 color aluminio o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

9,00 70,00 630,00
PUESTOTRABAJO Ud**Puesto de trabajo**

Punto electrificación para puesto trabajo compuesto por caja de suelo para empotrar en pared para tres módulos, modelo SBM350 de SIMON CONNECT o equivalente aprobado, marco portamecanismos sin tapa cima pro para cajetín de pared de 3 módulos para empotrar SBM302/9, con dos módulos para cuatro tomas corriente tipo schuko de 16A, dos blancas para suministro normal modelo S1/9, y dos rojas para suministro SAI modelo S1/6, y otro módulo para cuatro tomas de Voz y Datos con placa cima V&D inclinada con guardapolvo S80C/9 y modulo MD para 1 conector SYSTI-MAX MD63; con parte proporcional de doble acometida a la caja de cable RZ1-K(AS) de 3x2,5mm2 tanto para las tomas blancas como para las rojas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

4,00 120,00 480,00

TOTAL SUBCAPÍTULO PRI-DE Distribuciones Eléctricas 20.936,02
SUBCAPÍTULO PRI-AL Aparatos alumbrado**LUMIN2 Ud Luminaria empotrar 4x14 W REG**

Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico regulable 1-10V. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 ED 01 de TRILUX. Incluyendo sensor de luz Luxsense de Philips, montaje de este en placa de falso techo adyacente y cableado de unión con balasto electrónico regulable. Totalmente montada, conexionada y funcionando.

26,00 200,00 5.200,00
LUMIN1 Ud Luminaria empotrar 4x14 W

Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 E 01 de TRILUX. Totalmente montada, conexionada y funcionando.

52,00 132,70 6.900,40

LUMIN3	Ud Downlight empotrar 35W LED Downlight empotrado circular decorativo, modelo LUXSPACE COMPACT UGR 19, de PHILIPS o equivalente aprobado, con disipador y reflector de aluminio, color RAL a elegir en obra, lámpara de LED, todo para empotrar en falso techo. Referencia BBS491 1XDLED. Incluso equipo electrónico. Incluyendo clips de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto montaje. Completamente fijado, conexionado, montado e instalado.	41,00	225,00	9.225,00
LUMIN4	Ud Downlight empotrar IP44 35W LED Downlight empotrado circular decorativo, modelo LUXSPACE COMPACT UGR 19, de PHILIPS o equivalente aprobado, con disipador y reflector de aluminio, color RAL a elegir en obra, lámpara de LED, todo para empotrar en falso techo. Referencia BBS491 1XDLED. Incluso equipo electrónico. Con vidrio transparente IP44. Incluyendo clips de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto montaje. Completamente fijado, conexionado, montado e instalado.	10,00	265,00	2.650,00
LUMIN8	Ud Luminaria lineal 1x54 W Luminaria con recubrimiento prismático de PLEXIGLÁS, integrado a ras en el cuerpo de la luminaria, en color blanco. Sistema óptico directo. Rendimiento 60%. Medidas 1176x85x70. Incluyendo balasto electrónico Multi-Lamp y tubo de 54W. Incluyendo todos los elementos necesarios para su montaje. Totalmente montada, conexionada y funcionando. Modelo SOLVAN H1-L OTA 154 E 01	19,00	95,00	1.805,00
LUMIN9	Ud Luminaria lineal 1x80 W Luminaria con recubrimiento prismático de PLEXIGLÁS, integrado a ras en el cuerpo de la luminaria, en color blanco. Sistema óptico directo. Rendimiento 60%. Medidas 1476x85x70. Incluyendo balasto electrónico Multi-Lamp y tubo de 80W. Incluyendo todos los elementos necesarios para su montaje. Totalmente montada, conexionada y funcionando. Modelo SOLVAN H1-L OTA 180 E 01	4,00	100,00	400,00
EMERG1	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h empotrado Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja de enrasar en techo para instalación empotrada, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.	39,00	66,00	2.574,00
EMERG2	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h superficie Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja para semiempotrar en pared, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.	1,00	63,00	63,00
TOTAL SUBCAPÍTULO PRI-AL Aparatos alumbrado				28.817,40

SUBCAPÍTULO CS-PRIMERA CS-Planta Primera

ER0020123	Ud Panel metálico 2000x900x400. Panel metálico de 2000x900x400 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas y fijado en bancada, instalado.	1,00	280,00	280,00
-----------	---	------	--------	--------

AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	153,05	153,05
E0103003	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 20 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	151,88	151,88
AER0020412	Ud Int.manual corte en carga 4x63A. Interruptor manual corte en carga 4x63 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS63, ref. 28903 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	85,17	85,17
AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		6,00	116,65	699,90
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		5,00	118,57	592,85
ADDR4X25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		9,00	107,34	966,06
AER0020318	Ud DDR 4x25 A, 30 mA,Clase A, SI. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26756 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		2,00	206,94	413,88
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10 Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		25,00	63,63	1.590,75
AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10 Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		15,00	64,62	969,30
IHPCONTROL	Ud Interruptor horario Interruptor horario 2x10A, tensión de alimentación 230V, 50 Hz, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo IHP referencia 15270, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	188,06	188,06
ER0020507	Ud Contactor modular 2x16A-230V Contactor modular bipolar de 2x16 A, tensión de alimentación 230/240V, 50 Hz, silencioso < 20 db, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT 16A 2NA, ref. 15957, completo de accesorios de			

unión, fijación y montaje, instalado.

%0117	Ud Cableado interior, conexonado y pruebas	3,00	23,20	69,60
		61,61	5,00	308,05
		TOTAL SUBCAPÍTULO CS-PRIMERA CS-Planta Primera 6.468,55		
TOTAL CAPÍTULO E0008 Planta Primera 56.221,97				

CAPÍTULO E0009 Planta Segunda

SUBCAPÍTULO SEG-DE Distribuciones Eléctricas

EMERFLEX Ud Punto emergencia flexible

Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor RZ1-K (AS) de 3x2,5mm², de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

		45,00	39,45	1.775,25
--	--	-------	-------	----------

PUNTOLUZFLEX Ud Punto luz flexible

Punto de luz mandado desde cuadro secundario (CS), realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama, de GEWISS o equivalente aprobado, conectores Wieland con cajas repartidoras tipo ATTEMA de MMDataelectric o equivalente aprobado y conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm², de PRYSMIAN o equivalente aprobado, incluyendo latigui- llo para conexión entre luminaria y caja repartidora con cable RZ1-K(AS) y conectores Wieland, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

		52,00	61,00	3.172,00
--	--	-------	-------	----------

DETPRE Ud Instalación Detector de Presencia

Instalación de detector de movimiento para el accionamiento de contactores del cuadro o directamen- te sobre la luminaria, con posibilidad de temporización, con parte proporcional de alimentación realiza- da en tubo y cableado libre de halógenos, modelo CDP de SCHNEIDER, con parte proporcional de cableado libre de halógenos 3x1,5mm² de PRYSMIAN, tubo libre de halógenos de 20mm de GE- WISS o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, totalmente insta- lado y funcionando.

		22,00	85,00	1.870,00
--	--	-------	-------	----------

PUNTOLUZINT Ud Punto luz desde interruptor

Punto de luz mandado a través interruptor, realizado en tubo flexible de 20 mm de diámetro, no pro- pagador de la llama, libre de halógenos de GEWISS o equivalente aprobado, mecanismo SIMON serie 82 color aluminio y tecla en grafito, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS realizado con cable RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm² de PRYSMIAN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

		100,00	65,06	6.506,00
--	--	--------	-------	----------

TOMAFUERZA1 Ud Punto enchufe 2x16A+T flexible

Toma de corriente 2x16A+T, realizada en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 20 mm de diá- metro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes de empotrar libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm², de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 82 color aluminio o equivalente aprobado, con parte propor- cional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, ins- talado.

		100,00	72,00	7.200,00
--	--	--------	-------	----------

PUESTOTRABAJO Ud

Puesto de trabajo

Punto electrificación para puesto trabajo compuesto por caja de suelo para empotrar en pared para tres módulos, modelo SBM350 de SIMON CONNECT o equivalente aprobado, marco portamecanismos sin tapa cima pro para cajetín de pared de 3 módulos para empotrar SBM302/9, con dos módulos para cuatro tomas corriente tipo schuko de 16A, dos blancas para suministro normal modelo S1/9, y dos rojas para suministro SAI modelo S1/6, y otro módulo para cuatro tomas de Voz y Datos con placa cima V&D inclinada con guardapolvo S80C/9 y modulo MD para 1 conector SYSTI-MAX MD63; con parte proporcional de doble acometida a la caja de cable RZ1-K(AS) de 3x2,5mm2 tanto para las tomas blancas como para las rojas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

29,00 120,00 3.480,00

TOTAL SUBCAPÍTULO SEG-DE Distribuciones Eléctricas .. 24.003,25

SUBCAPÍTULO SEG-AL Aparatos alumbrado**LUMIN6 Ud Luminaria empotrar 4x14 W ambientes esteriles**

Luminaria empotrada con tubos T5 para ambientes esteriles. Tanto el armazón como el marco embelecador están fabricados con chapa de alta calidad termoesmaltada en blanco. El aparato está protegido con un cristal templado de 4mm. sellado con una junta adhesiva de neopreno. Electrificación interior, Clase I para cuatro lámparas fluorescentes T5, con reactancia electrónica y precaldeo en alta frecuencia de 230V. Rendimiento 69%; medidas 632x595x70mm. para tubos T5 4x14w. Incluyendo balasto electrónico y tubos fluorescentes de 14W. Modelo SLEH-T5 de SCREENLUZ. Totalmente montada, conexonada y funcionando.

20,00 210,00 4.200,00

LUMIN7 Ud Downlight empotrar 2x26 W ambientes esteriles

Downlight para empotrar en ambientes esteriles fabricado en aluminio de alta pureza y anodizado. Con cristal templado con junta de estanqueidad. Sujeción a techo mediante garras de acero. Clase II para dos lámparas fluorescentes compactas de 26W, con reactancia electrónica de alto factor. Rendimiento 52%. Incluyendo balasto electrónico y lámparas fluorescentes de 26W TC-D. IP-65 Modelo SDE-200 de SCREENLUZ. Totalmente montada, conexonada y funcionando.

7,00 80,00 560,00

LUMIN2 Ud Luminaria empotrar 4x14 W REG

Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico regulable 1-10V. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 ED 01 de TRILUX. Incluyendo sensor de luz Luxsense de Philips, montaje de este en placa de falso techo adyacente y cableado de unión con balasto electrónico regulable. Totalmente montada, conexonada y funcionando.

26,00 200,00 5.200,00

LUMIN1 Ud Luminaria empotrar 4x14 W

Luminaria empotrada con difusor decorativo de PLEXIGLÁS, saliente hacia el lado del local. Cuerpo de la luminaria en color blanco. Sistema óptico directo, con dos posiciones de diferente profundidad dentro del cuerpo de la luminaria. Rendimiento 76%;medidas 596x596x92mm. para tubos T5 4x14w. Equipada con balasto electrónico. Tubos fluorescentes de 14W incluidos. Modelo Liventy Flat 600 OT 414 E 01 de TRILUX. Totalmente montada, conexonada y funcionando.

46,00 132,70 6.104,20

LUMIN3	Ud Downlight empotrar 35W LED Downlight empotrado circular decorativo, modelo LUXSPACE COMPACT UGR 19, de PHILIPS o equivalente aprobado, con disipador y reflector de aluminio, color RAL a elegir en obra, lámpara de LED, todo para empotrar en falso techo. Referencia BBS491 1XDLED. Incluso equipo electrónico. Incluyendo clips de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto montaje. Completamente fijado, conexionado, montado e instalado.			
		35,00	225,00	7.875,00
LUMIN8	Ud Luminaria lineal 1x54 W Luminaria con recubrimiento prismático de PLEXIGLÁS, integrado a ras en el cuerpo de la luminaria, en color blanco. Sistema óptico directo. Rendimiento 60%. Medidas 1176x85x70. Incluyendo balasto electrónico Multi-Lamp y tubo de 54W. Incluyendo todos los elementos necesarios para su montaje. Totalmente montada, conexionada y funcionando. Modelo SOLVAN H1-L OTA 154 E 01			
		9,00	95,00	855,00
LUMIN9	Ud Luminaria lineal 1x80 W Luminaria con recubrimiento prismático de PLEXIGLÁS, integrado a ras en el cuerpo de la luminaria, en color blanco. Sistema óptico directo. Rendimiento 60%. Medidas 1476x85x70. Incluyendo balasto electrónico Multi-Lamp y tubo de 80W. Incluyendo todos los elementos necesarios para su montaje. Totalmente montada, conexionada y funcionando. Modelo SOLVAN H1-L OTA 180 E 01			
		9,00	100,00	900,00
EMERG1	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h empotrado Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja de enrasar en techo para instalación empotrada, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.			
		44,00	66,00	2.904,00
EMERG2	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h superficie Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja para semiempotrar en pared, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.			
		1,00	63,00	63,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SEG-AL Aparatos alumbrado				28.661,20
TOTAL CAPÍTULO E0009 Planta Segunda				52.664,45

CAPÍTULO E0010 Casetones**SUBCAPÍTULO CAS-DE Distribuciones Eléctricas**

EMERRIGIDO	Ud Punto emergencia rígido Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo rígido libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor ES07Z1-K (AS) de 2(1x1,5) mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		11,00	42,52	467,72
EMERFLEX	Ud Punto emergencia flexible Punto de luz para aparatos autónomos de emergencia, realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas libres de halógenos y conductor RZ1-K (AS) de 3x2,5mm ² , de PRYSMIAN o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	39,45	39,45

PUNTOLUZFLEX Ud Punto luz flexible

Punto de luz mandado desde cuadro secundario (CS), realizado en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 16 mm de diámetro, no propagador de la llama, de GEWISS o equivalente aprobado, conectores Wieland con cajas repartidoras tipo ATTEMA de MMDataelectric o equivalente aprobado y conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5 mm², de PRYSMIAN o equivalente aprobado, incluyendo latiguillo para conexión entre luminaria y caja repartidora con cable RZ1-K(AS) y conectores Wieland, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

2,00 61,00 122,00

DETPRE Ud Instalación Detector de Presencia

Instalación de detector de movimiento para el accionamiento de contactores del cuadro o directamente sobre la luminaria, con posibilidad de temporización, con parte proporcional de alimentación realizada en tubo y cableado libre de halógenos, modelo CDP de SCHNEIDER, con parte proporcional de cableado libre de halógenos 3x1,5mm² de PRYSMIAN, tubo libre de halógenos de 20mm de GEWISS o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, totalmente instalado y funcionando.

1,00 85,00 85,00

PUNTOLUZESTA Ud Punto luz desde interruptor estanco

Punto de luz mandado a través interruptor estanco, realizado en tubo rígido de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama, libre de halógenos de GEWISS o equivalente aprobado, mecanismo SIMON serie 44, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS realizado con cable RZ1-K(AS) de 3x1,5 mm² de PRYSMIAN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

34,00 59,23 2.013,82

TE-TRIFAS Ud Punto enchufe 3x32A+N+T rígido

Punto base de enchufe 3x32A+N+T, realizado en tubo rígido de acero 29 mm de diámetro, cajas metálicas de superficie MANILE o equivalente tipo MANIBOITE de paso y derivación, conductor de 4x6+T mm² según RZ1-K(AS) libre de halógenos y mecanismos SIMON serie 44 o equivalente, con parte proporcional circuito alimentador desde el CS correspondiente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

1,00 180,00 180,00

TOMAFUERZA1 Ud Punto enchufe 2x16A+T flexible

Toma de corriente 2x16A+T, realizada en tubo flexible reforzado libre de halógenos de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes de empotrar libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm², de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 82 color aluminio o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

6,00 72,00 432,00

TOMAFUERZA2 Ud Punto enchufe estanco 2x16A+T Rígido

Toma de corriente 2x16A+T, realizado en tubo rígido libre de halógenos de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama de GEWISS o equivalente aprobado, cajas aislantes estancas y libres de halógenos, conductor RZ1-K(AS) de 3x2,5mm², de PRYSMIAN o equivalente aprobado, y mecanismos SIMÓN serie SIMÓN 44 o equivalente aprobado, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

9,00 66,00 594,00

PUESTOTRABAJO Ud**Puesto de trabajo**

Punto electrificación para puesto trabajo compuesto por caja de suelo para empotrar en pared para tres módulos, modelo SBM350 de SIMON CONNECT o equivalente aprobado, marco portamecanismos sin tapa cima pro para cajetín de pared de 3 módulos para empotrar SBM302/9, con dos módulos para cuatro tomas corriente tipo schuko de 16A, dos blancas para suministro normal modelo S1/9, y dos rojas para suministro SAI modelo S1/6, y otro módulo para cuatro tomas de Voz y Datos con placa cima V&D inclinada con guardapolvo S80C/9 y modulo MD para 1 conector SYSTI-MAX MD63; con parte proporcional de doble acometida a la caja de cable RZ1-K(AS) de 3x2,5mm² tanto para las tomas blancas como para las rojas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.

2,00 120,00 240,00

TOTAL SUBCAPÍTULO CAS-DE Distribuciones Eléctricas .. 4.173,99

SUBCAPÍTULO CAS-AL Aparatos alumbrado

EMERG2	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h superficie Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja para semiempotrar en pared, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.			
		1,00	63,00	63,00
EMERG3	Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h superficie estanca Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, con señalización LED y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja estanca IP66 IK08 KES, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.			
		11,00	70,00	770,00
LUMIN3	Ud Downlight empotrar 35W LED Downlight empotrado circular decorativo, modelo LUXSPACE COMPACT UGR 19, de PHILIPS o equivalente aprobado, con disipador y reflector de aluminio, color RAL a elegir en obra, lámpara de LED, todo para empotrar en falso techo. Referencia BBS491 1XDLED. Incluso equipo electrónico. Incluyendo clips de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto montaje. Completamente fijado, conexionado, montado e instalado.			
		2,00	225,00	450,00
LUMIN5	Ud Pantalla estanca 2x35w Luminaria estanca IP65 e IK07, clase I, de 2x36w, incluyendo lámparas y balasto electrónico, modelo SYLPROOF-PRO de Sylvania ó similar aprobada, totalmente instalada y funcionando.			
		34,00	63,52	2.159,68
TOTAL SUBCAPÍTULO CAS-AL Aparatos alumbrado				3.442,68
TOTAL CAPÍTULO E0010 Casetones				7.616,67

CAPÍTULO E0011 Centralización Alumbrado Emergencia

CENTRALDAISAL	Centralización de Luminarias de Emergencia Centralita de luminarias de emergencia de DAISALUX, modelo TMA-300, para comunicar con cable de dos hilos a las luminarias y equipos de emergencia para ordenarles la realización de los tests y recoger los resultados. Conexión mediante estandar RS232 a un ordenador. Incluye SBT-200, cableado de bus para interconexión entre luminarias de emergencia de todo el edificio y central de sección mínima 1,5mm ² , así como puesta en marcha de todo el sistema.			
		1,00	3.250,00	3.250,00
TOTAL CAPÍTULO E0011 Centralización Alumbrado Emergencia				3.250,00

CAPÍTULO E0012 Cuadros Clima

SUBCAPÍTULO CE-CLIMA CE-Clima

ER0020106	Ud Panel metálico 2100x800x600 Panel metálico de 2100x800x600 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas y fijado en bancada, instalado.			
		2,00	295,00	590,00

AIMCC 4X160	Ud Int.manual corte en carga 4x160A Interrupor manual corte en carga 4x160 A, poder cierre 154kA(cresta), modelo Interpact INS160, ref. 28913 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	145,49	145,49
E0103003	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 20 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	151,88	151,88
AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	153,05	153,05
CMD 15 kA	Ud Conjunto salidas control, mando, disponible 15 kA 1 Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 1 DDR 4x25 A/300 mA, Clase A. 1 Int. Aut. Magnetotérmico 4x16 1 Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 1 Int. Aut. Magnetotérmico 2x6			
		1,00	580,62	580,62
AIMT4x50 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x50 C 10 Interrupor automático magnetotérmico 4x50 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25018 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		2,00	192,46	384,92
AIMT4x10 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x10 C 10 Interrupor automático magnetotérmico 4x10 A, curva C, 10 kA, C60H, ref. 25012 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		2,00	107,13	214,26
ER0020317	Ud DDR 4x63 A, 30 mA, Clase A, SI. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) superinmunizado (SI) de 4x60A/30mA, clase A, modelo VIGI C60 ref. 26799 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		2,00	289,07	578,14
ADDR4X25 30	Ud DDR 4x25 A/30 mA, Clase A. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		2,00	107,34	214,68
SM 1.5(VF)	Ud Salida a motor de 1,5 kW, variador frecuencia en equipo Disyuntor motor magnetico tripolar con 50kA a 415V, 4 A y disparo magnético para 51A, Ref. GV2-L08 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	71,44	71,44

SM 1.1	Ud Salida a motor de 1,1 kW, arranque directo Disyuntor motor magnetotérmico tripolar con 50kA a 415V, regulación térmica de 2,5 a 4 A y disparo magnético para 51A, Ref. GV2-P08 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Contactor tripolar para control de motores hasta una potencia de 4 kW, 9 A, 50/60 Hz, categoría AC-3, 380 V, Ref. LC1-D09 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Circuito de mando preparado para realizar el arranque directo de un motor, compuesto por bobinas, contactores y pilotos de señalización, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		2,00	181,18	362,36
SM 11	Ud Salida a motor de 11 kW, arranque estrella-triángulo Disyuntor motor magnetotérmico tripolar con 50kA a 415V, regulación térmica de 20 a 25 A y disparo magnético para 327A, Ref. GV2-P22 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Arrancador estrella-triángulo de motores hasta una potencia de 11 kW, 12 A, 50/60 Hz, categoría AC-3, 380 V, Ref. LC3-D12 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Circuito de mando preparado para realizar el arranque estrella-triángulo de un motor, compuesto por bobinas, contactores y pilotos de señalización, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		2,00	469,63	939,26
SM 0.55	Ud Salida a motor de 0,55 kW, arranque directo Disyuntor motor magnetotérmico tripolar con 50kA a 415V, regulación térmica de 1 a 1,6 A y disparo magnético para 22,5A, Ref. GV2-P06 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Contactor tripolar para control de motores hasta una potencia de 4 kW, 9 A, 50/60 Hz, categoría AC-3, 380 V, Ref. LC1-D09 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Circuito de mando preparado para realizar el arranque directo de un motor, compuesto por bobinas, contactores y pilotos de señalización, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		3,00	208,29	624,87
SM 0.37	Ud Salida a motor de 0,37 kW, arranque directo Disyuntor motor magnetotérmico tripolar con 50kA a 415V, regulación térmica de 1 a 1,6 A y disparo magnético para 22,5A, Ref. GV2-P06 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Contactor tripolar para control de motores hasta una potencia de 4 kW, 9 A, 50/60 Hz, categoría AC-3, 380 V, Ref. LC1-D09 de TELEMECÁNICA o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Circuito de mando preparado para realizar el arranque directo de un motor, compuesto por bobinas, contactores y pilotos de señalización, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		3,00	208,29	624,87
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		56,36	5,00	281,80
TOTAL SUBCAPÍTULO CE-CLIMA CE-Clima				5.917,64
TOTAL CAPÍTULO E0012 Cuadros Clima				5.917,64

CAPÍTULO E0013 Conductores Clima**RZ1K AS 043 MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x16+16 mm2.**

Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x16+16 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.

30,00	12,25	367,50
-------	-------	--------

RZ1K AS 028	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.3x1,5+2,5 mm2 Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 3x1,5+2,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		200,00	2,33	466,00
RZ1K AS 003	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x6 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según:ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 1x6 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		280,00	3,25	910,00
TOTAL CAPÍTULO E0013 Conductores Clima				1.743,50

CAPÍTULO E0014 Canalizaciones Clima

TPVC AFD21	MI Tubo acero flexi. proteg. 21 mm. Tubo de acero galvanizado flexible protegido con PVC color gris RAL, diámetro nominal 21 mm, IP67 estanco, autoextinguible, de -10°C a +65°C, modelo ECOFLEX ref. 11060021, de PEMSA o equivalente aprobado; completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086 y 60529, ITC-BT 20 y 21.			
		50,00	7,29	364,50
TPVC AFD48	MI Tubo acero flexi. proteg. 48 mm. Tubo de acero galvanizado flexible protegido con PVC color gris RAL, diámetro nominal 48 mm, IP67 estanco, autoextinguible, de -10°C a +65°C, modelo ECOFLEX ref. 11060048 de PEMSA o equivalente aprobado; completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086 y 60529, ITC-BT 20 y 21.			
		20,00	15,99	319,80
AER0210136	MI Tubo libre de halógenos rígido reforzado 20 mm. Tubo libre de halógenos rígido reforzado, de 20 mm de diámetro exterior, con grado protección medio y no propagador de la llama, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-2, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.			
		700,00	3,73	2.611,00
AER0210102	MI Tubo libre de halógenos rígido. reforzado 40 mm Tubo libre de halógenos rígido reforzado, de 40 mm de diámetro exterior, con grado protección medio y no propagador de la llama, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-2, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.			
		50,00	4,25	212,50
AER02101045	MI Tubo libre de halógenos rígido. reforzado 50 mm Tubo libre de halógenos rígido reforzado, de 50 mm de diámetro exterior, con grado protección medio y no propagador de la llama, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-2, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.			
		20,00	4,39	87,80
TOTAL CAPÍTULO E0014 Canalizaciones Clima.....				3.595,60

CAPÍTULO E0015 Pararrayos

PR0100500	Ud Pararrayos Nivel II. 60 mts radio			
		1,00	1.250,00	1.250,00
PR010011	Ud Anclaje "U" muro 60 cm AT-302			
		1,00	34,22	34,22
PR010012	Ud Mástil muro 6 mts AT-201.			
		1,00	55,29	55,29
PR010013	Ud Grapa cilíndrica latón AT-506			
		30,00	5,22	156,60
PR010014	Ud Tubo protección AT-603			
		1,00	24,92	24,92
PR00103101	Ud Caja seccionamiento CST-50.			
		2,00	17,18	34,36
PR00103102	Ud Pica acero cobreado 2 mts lon			
		3,00	15,69	47,07
PR00103103	Ud Tapa de polyester ind.tierra.			
		3,00	7,81	23,43
PR02101140	MI Tubo PVC rígido 63 mm+caja			
		24,00	2,43	58,32
PR0100304	Ud Contador de rayos			
		1,00	156,17	156,17
PR0100501	Ud Vía chispas mástil Antena TV			
		1,00	78,08	78,08
PR010015	MI Cable Cobre desnudo 1x70 mm2.			
		80,00	2,71	216,80
PR0100301	Lt Sales conductoras			
		1,00	29,46	29,46
PR010016	Ud Cartucho C-90 Soldal KKK.			
		4,00	2,04	8,16
PR02101091	Ud Abrazad. con taco y tornillo.			
		30,00	0,12	3,60
TOTAL CAPÍTULO E0015 Pararrayos.....				2.176,48

CAPÍTULO E0016 Grupo Electrónico

E0248	Ud Puesta a tierra neutro G.E.			
	Puesta a tierra de neutro de alternador de grupo electrónico realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada.			
		1,00	1.865,61	1.865,61
ER01106	Ud Circuito mando y alimentación GE			
	Circuito de mando y alimentación a elementos auxiliares para arranque, parada, conmutación y maniobra del Grupo Electrónico, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	508,49	508,49

GRUA	Ud Grúa para posicionar el grupo electrógeno Jornada de grúa de calibre necesario para el izado y ubicado del grupo electrógeno con capota de 550 kVA hasta la cubierta del edificio.			
		1,00	2.580,00	2.580,00
GE 250	Ud Grupo electrógeno 250 kVA Grupo electrógeno Olympian C18 PKGI de CATERPILLAR o equivalente aprobado, con las siguientes características: con cabina insonorizada, potencia emergencia 700 kVA (560 kW), tensión: 3x400/231 V 50 Hz, motor CATERPILLAR modelo C18; generador CATERPILLAR modelo LC7024J, provisto de cuadro separado de control Y maniobra, juego de baterías para arranque 24 Vcc, sistema de escape incluido en cabina, tacos antivibratorios, tanque en bancada, según Memoria y Pliego de Condiciones; instalado.			
		1,00	35.000,00	35.000,00
TOTAL CAPÍTULO E0016 Grupo Electrónico.....				39.954,10

CAPÍTULO E0017 Alumbrado Parcela

AL-PARC	Ud Instalación Alumbrado Parcela Partida alzada a justificar consistente en la instalación de alumbrado en la parcela del edificio. Consta de los siguientes elementos: - Farolas, Balizas y Luminarias necesarias. - Canalización y cableado de todos los puntos de luz. - Puesta a tierra de todos los elementos según el REBT. - Cuadro eléctrico de protección. - Control horario del sistema.			
		1,00	45.000,00	45.000,00
TOTAL CAPÍTULO E0017 Alumbrado Parcela.....				45.000,00

TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO **516.085,89 €**

3. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR**CAPÍTULO ALUM-EXTER Alumbrado exterior****SUBCAPÍTULO AL.EXT.01 Cuadro eléctrico**

ACOMETIDA	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x25+16 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x25+16 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		100,00	58,74	5.874,00
ER0020146	Ud Cofret metálico 1550x550x200 mm Cofret metálico para montaje superficie, protección IP 55, con puerta transparente, todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a albergar, incluso cerradura, siendo sus dimensiones mínimas de 1550x550x200 mm, con 27 módulos, de Merlin Gerin o equivalente, modelo GX, ref. 09007, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		2,00	692,87	1.385,74

AER0020412	Ud Int.manual corte en carga 4x63A. Interrupitor manual corte en carga 4x63 A, poder cierre 75kA(cresta), modelo Interpact INS63, ref. 28903 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a IEC 60947-1/60947-3, EN 60947-1/60947-3.			
		1,00	95,23	95,23
PST	Ud Protección contra sobretensiones Sistema de protección contra sobretensiones tipo II formado por fusibles y dispositivo limitador para 10 kA de Dehn o equivalente aprobado.			
		1,00	250,00	250,00
AR-MINI	Ud Analizador de redes Mini Analizador de redes trifásico en panel de dimensiones 96x96 mm, de SOCOMEC o equivalente, modelo DIRIS A 20, con las siguientes características, medición del verdadero valor eficaz (RMS), display LCD retroiluminado, alimentación 230 V, medición de tensiones, intensidades, frecuencia, potencias, máxima demanda, medida de THD, factor de potencia, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	238,00	238,00
ICREPUSCU	Ud Interruptor crepuscular Interruptor astronómico 2x16A, tensión de alimentación 230V, 50 Hz, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo IC ASTRO referencia 15223, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	163,00	163,00
ITM	Ud Interruptor tiempo multifunción interruptor de tiempo multifunción referencia ITM 4C 6E completamente instalado cableado montado y funcioando correctamente			
		1,00	175,00	175,00
CONTACTOR	Ud Contactor modular 2x20A-230V Contactor modular bipolar de 2x20 A, tensión de alimentación 230/240V, 50 Hz, de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT+ 20A 1NA, con posibilidad de mando manual, ref. 15031, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		8,00	84,40	675,20
AIMT4x20 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x20 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x20 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25014 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		3,00	111,00	333,00
AIMT4x25 C10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 4x25 C 10 Interruptor automático magnetotérmico 4x25 A, curva C, 10 kA, modelo C60H, ref. 25015 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		4,00	113,00	452,00
ADDR4X25 30	Ud DDR 4x25 A, 30 mA, Clase A. Dispositivo Diferencial de corriente Residual (DDR) de 4x25A/30mA, clase A, modelo VIGI C60, ref. 26757 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 61009-1.			
		7,00	185,00	1.295,00
AIMT2x10 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x10 B 10 Interruptor automático magnetotérmico 2x10 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24726 de MERLIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		10,00	60,00	600,00

AIMT2x16 B10	Ud Int. Aut. Magnetotérmico 2x16 B 10 Interruptor automático magnetotérmico 2x16 A, curva B, 10 kA, modelo C60H, ref. 24727 de MER-LIN GERIN o equivalente aprobado, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 60898.			
		12,00	62,00	744,00
TCORRIEN	Ud Toma corriente Toma corriente referencia 15306 de Schneider completamente montado instalado conexionado y funcionando correctamente			
		1,00	20,00	20,00
SEÑAL	Ud Señal 2 Ud. Placa reglamentarias RIESGO ELECTRICO, modelo AD08 de implaser, montada e instalada.			
		2,00	10,00	20,00
%0117	Ud Cableado interior, conexionado y pruebas			
		123,20	10,00	1.232,00
TOTAL SUBCAPÍTULO AL.EXT.01 Cuadro eléctrico				13.552,17

SUBCAPÍTULO AL.EXT.02 Distribuciones eléctricas

ALE.08	ml Canalizacion alumbrado PVC 90 mm Canalizacion enterrada formada por tubos protectores conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50086-2-4 de 90 mm de diametro, enterrado en zanjas, incluyendo excavacion en tierra, relleno con materiales sobrantes, cinta avisadora y compactación. Los tubos enterrados estarán a una profundidad mínima de 0,45 m del pavimento , con un recubrimiento inferior mínimo de 0,06m. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 1m Se instalará un circuito por tubo			
		1.000,00	7,86	7.860,00
ALE.20	ml Tierra.Pica.Conductor de cobre desnudo de 1x35 mm2 Toma de tierra mediante 38 picas en acero cobreado de 2 metros de longitud y 14,6 mm de diámetro, 30 NU 146, con soldadura aluminotérmica, según UNESA, de KLK o equivalente, cable de 35 mm2 en cobre según UNE RZ1 0,6/1 kV, cajas de seccionamiento CST-50 y tapa de polyester, cartucho C-90 Soldal KLK, tubo de PVC flexible protegido de 40 mm de diámetro del tipo forroplast, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.			
		700,00	35,00	24.500,00
ER0040212	Ud Punto enchufe 2x16A+T PVC fle Punto base de enchufe 2x16A+T, realizado en tubo de P.V.C. flexible reforzado de 20 mm de diámetro, no propagador de la llama, de GEWISS o equivalente aprobado, cajas de baquelita, conductor de 2(1x2,5)+T mm2 RZ1-K y mecanismos SIMÓN serie Aqua o equivalente, con parte proporcional del circuito alimentador desde el CS, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		8,00	63,96	511,68
ARMA E	ml Cable armado RVMV-K 0,6/1 kV.Cu.2x16+16 mm2 Cable armado flexible designación RVMV-K 0,6/1 kV (UNE 21123-2, 21022, 21147.1, 20432.1, 20432.3, 21089, 20435). Uso según: ITC 07, 09, 20 y 29 del REBT 2002. Sección de 2x16+16 mm2 en cobre, Retenax Flam M (Hilos de acero) de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado. Resistente a los roedores.			
		1.000,00	21,00	21.000,00

RZ1K AS 023	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.2x2,5+2,5 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 2x2,5+2,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		40,00	4,54	181,60
RZ1K AS 024	MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.2x4+4 mm2. Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 2x4+4 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
		100,00	6,24	624,00
TOTAL SUBCAPÍTULO AL.EXT.02 Distribuciones eléctricas				54.677,28

SUBCAPÍTULO AL.EXT.03 Luminarias

FAROLA	ud Farola Luminaria decorativa con difusor esférico en metacrilato alto impacto y reflector simétrico. IP-55. Clase I. Modelo Austral IJX-2P1LALM aprobada por el ayuntamiento de Madrid de INDAL o equivalente aprobado (LM equipo para dos niveles de iluminación con línea de mando), incluyendo lámpara SAP-E-E27 70W y columna cilíndrica de acero galvanizado Cannes ICG altura 3 metros, fuste cilíndrico de diámetro 120 mm, fabricado en tubo de acero de 2 mm de espesor. El fuste remata en un casquillo de diámetro 60 mm, para la fijación de la luminaria, incluye kit de acoplamiento diámetro 50. Placa base de forma cuadrada, reforzada por embutición en acero de 5 mm de espesor, soldada por cordón continuo al fuste. Ventana de registro que dispone de una cruceta que permite la fijación de los componentes de la conexión. Con puesta a tierra de cable desnudo de 35 mm2 de cobre y 38 arquetas registrables con dimensiones 0,4 x 0,4 x 0,6 Totalmente montada, conexiada y funcionando correctamente.			
		38,00	850,00	32.300,00
TOTAL SUBCAPÍTULO AL.EXT.03 Luminarias				32.300,00

TOTAL INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR 100.529,45 €

4. PRESUPUESTO MEGAFONÍA
CAPÍTULO MEG Megafonía
SUBCAPÍTULO MEGSOT Sótano

ALTAVOZSOT	Ud Altavoz para empotrar en techo. Altavoz para empotrar en techo 5" bicono, de potencia 6 W RMS, con rejilla metálica y anclaje mediante arco y muelles. Incluye caja posterior antifuego y terminales cerámicos. Dimensiones: diámetro 180 mm y fondo 75 mm. Orificio para empotrar: diámetro 160 mm. Modelo A-265ATM de OPTIMUS o equivalente aprobado. Cubierta metálica para altavoces FID-5220 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Terminal cerámico FID-2 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.			
		21,00	30,00	630,00

PROYECTOR SOT Ud Proyector acústico

Proyector acústico de 30 W de potencia RMS en línea 100 V y 2 vías, con un altavoz de 5" para frecuencias medias y bajas y otro de 1,5" para altas frecuencias.
 Ángulo de dispersión 85°. Protección intemperie IP 66.
 Modelo FR-30VA de OPTIMUS o equivalente aprobado.
 Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

1,00 185,00 185,00
ATENUADOR SOT Ud Atenuador

Atenuador de volumen de 4 W. Regula la entrada de potencia con un conmutador rotatorio con 6 posiciones de atenuación.
 Dispone de la función de seguridad de avisos, para la difusión de avisos a máxima potencia incluso con el atenuador cerrado.
 Modelo CV-4W de OPTIMUS o equivalente aprobado, consumo 10 mA.
 Incluye marca a definir color en obra.
 Completamente montado, instalado y funcionando correctamente

13,00 27,38 355,94
FUENTEALIMSOT Ud Fuente de alimentación

Fuente de alimentación para montar en carril DIN, en cuadro de planta con protección de 2x10A modelo C60N, incluyendo cableado.
 Entrada 240Vca y salida 24 Vdc.
 Modelo PSM-2245 de OPTIMUS o equivalente aprobado.
 Incluyendo todo el cableado de conexión del resto de equipos asociados.
 Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

1,00 145,00 145,00

TOTAL SUBCAPÍTULO MEGSOT Sótano 1.315,94
SUBCAPÍTULO MEGBAJA Baja**ALTAVOZBAJ Ud Altavoz para empotrar en techo.**

Altavoz para empotrar en techo 5" bicono, de potencia 6 W RMS, con rejilla metálica y anclaje mediante arco y muelles. Incluye caja posterior antifuego y terminales cerámicos.
 Dimensiones: diámetro 180 mm y fondo 75 mm.
 Orificio para empotrar: diámetro 160 mm.
 Modelo A-265ATM de OPTIMUS o equivalente aprobado.
 Cubierta metálica para altavoces FID-5220 de OPTIMUS o equivalente aprobado.
 Terminal cerámico FID-2 de OPTIMUS o equivalente aprobado.
 Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

22,00 30,00 660,00
ATENUADORBAJ Ud Atenuador

Atenuador de volumen de 4 W. Regula la entrada de potencia con un conmutador rotatorio con 6 posiciones de atenuación.
 Dispone de la función de seguridad de avisos, para la difusión de avisos a máxima potencia incluso con el atenuador cerrado.
 Modelo CV-4W de OPTIMUS o equivalente aprobado, consumo 10 mA.
 Incluye marca a definir color en obra.
 Completamente montado, instalado y funcionando correctamente

13,00 27,38 355,94
FUENTEALIMBAJ Ud Fuente de alimentación

Fuente de alimentación para montar en carril DIN, en cuadro de planta con protección de 2x10A modelo C60N, incluyendo cableado.
 Entrada 240Vca y salida 24 Vdc.
 Modelo PSM-2245 de OPTIMUS o equivalente aprobado.
 Incluyendo todo el cableado de conexión del resto de equipos asociados.
 Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

1,00 145,00 145,00

TOTAL SUBCAPÍTULO MEGBAJA Baja 1.160,94

SUBCAPÍTULO MEGPRIME Primera

ALTAVOZPRI	Ud Altavoz para empotrar en techo. Altavoz para empotrar en techo 5" bicono, de potencia 6 W RMS, con reja metálica y anclaje mediante arco y muelles. Incluye caja posterior antifuego y terminales ceramicos. Dimensiones: diametro 180 mm y fondo 75 mm. Orificio para empotrar: diametro 160 mm. Modelo A-265ATM de OPTIMUS o equivalente aprobado. Cubierta metálica para altavoces FID-5220 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Terminal cerámico FID-2 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.			
		19,00	30,00	570,00
ALTAVOZHM	Ud Altavoz hilo musical Altavoz de 3,5" y 10 W de potencia RMS, 8 ohm, con rejilla cuadrada metálica blanca, para empotrar en pared. Dimensiones: 125x125x66 mm. Orificio de montaje: diametro 105 mm. Modelo K853 M de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.			
		6,00	33,37	200,22
ATENUADORPRIM	Ud Atenuador Atenuador de volumen de 4 W. Regula la entrada de potencia con un conmutador rotatorio con 6 posiciones de atenuación. Dispone de la función de seguridad de avisos, para la difusión de avisos a máxima potencia incluso con el atenuador cerrado. Modelo CV-4W de OPTIMUS o equivalente aprobado, consumo 10 mA. Incluye marca a definir color en obra. Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.			
		7,00	27,38	191,66
MANDO3CAN	Ud Mando 3 canales mono radio fm LCD Mando de control empotrada en caja universal de 3 canales con selector, 1,5 W sobre 8 ohm. Radio FM. Pantalla LCD. Incluyendo marco a definir en obra. Modelo K803RL de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.			
		4,00	183,46	733,84
CENTRAL4CAN	Ud Central 4 canales 60 W Central de control para conexión de las fuentes de sonido generales, distribución de programas musicales y alimentación de los mandos de control. Las conexiones de audio y la base de enchufe para equipos externos están emplazadas lateralmente, facilitando la conexión. Potencia de salida 60 W. Modelo K814U6.			
		1,00	444,48	444,48
MARCO ABS	Ud Marco ABS 1 módulo Modelo K861W de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.			
		11,00	3,85	42,35
CAJAEMPOTRAR	Ud Caja empotrar central			
		1,00	3,07	3,07

FUENTEALIMPRI Ud Fuente de alimentación

Fuente de alimentación para montar en carril DIN, en cuadro de planta con protección de 2x10A modelo C60N, incluyendo cableado.

Entrada 240Vca y salida 24 Vdc.

Modelo PSM-2245 de OPTIMUS o equivalente aprobado.

Incluyendo todo el cableado de conexión del resto de equipos asociados.

Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

1,00	145,00	145,00
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPÍTULO MEGPRIME Primera	2.330,62
---	-----------------

SUBCAPÍTULO MEGSEGUN Segunda**ALTAVOZSEG Ud Altavoz para empotrar en techo.**

Altavoz para empotrar en techo 5" bicono, de potencia 6 W RMS, con rejilla metálica y anclaje mediante arco y muelles. Incluye caja posterior antifuego y terminales cerámicos.

Dimensiones: diametro 180 mm y fondo 75 mm.

Orificio para empotrar: diametro 160 mm.

Modelo A-265ATM de OPTIMUS o equivalente aprobado.

Cubierta metálica para altavoces FID-5220 de OPTIMUS o equivalente aprobado.

Terminal cerámico FID-2 de OPTIMUS o equivalente aprobado.

Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

27,00	30,00	810,00
-------	-------	--------

ATENUADORSEG Ud Atenuador

Atenuador de volumen de 4 W. Regula la entrada de potencia con un conmutador rotatorio con 6 posiciones de atenuación.

Dispone de la función de seguridad de avisos, para la difusión de avisos a máxima potencia incluso con el atenuador cerrado.

Modelo CV-4W de OPTIMUS o equivalente aprobado, consumo 10 mA.

Incluye marca a definir color en obra.

Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

17,00	27,38	465,46
-------	-------	--------

FUENTEALIMSEG Ud Fuente de alimentación

Fuente de alimentación para montar en carril DIN, en cuadro de planta con protección de 2x10A modelo C60N, incluyendo cableado.

Entrada 240Vca y salida 24 Vdc.

Modelo PSM-2245 de OPTIMUS o equivalente aprobado.

Incluyendo todo el cableado de conexión del resto de equipos asociados.

Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

1,00	145,00	145,00
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPÍTULO MEGSEGUN Segunda	1.420,46
---	-----------------

SUBCAPÍTULO MEGCASET Casetones**PROYECTOR Ud Proyector acústico**

Proyector acústico de 30 W de potencia RMS en línea 100 V y 2 vías, con un altavoz de 5" para frecuencias medias y bajas y otro de 1,5" para altas frecuencias.

Ángulo de dispersión 85 °. Protección intemperie IP 66.

Modelo FR-30VA de OPTIMUS o equivalente aprobado.

Completamente montado, instalado y funcionando correctamente.

3,00	185,00	555,00
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPÍTULO MEGCASET Casetones	555,00
---	---------------

SUBCAPÍTULO RACKCAST Rack situado en casetones

AMPLIFIC	Ud Amplificador 360W Unidad de control del sistema VM-300, con dos etapas de potencia 360 W, preamplificador con mezclador digital, microfono de emergencia, 4 entradas mic/line, 2 entradas de música y 6 zonas de altavoces con control independiente. Modelo VM-3360VA de OPTIMUS o equivalente aprobado. Dimensiones: 482x132,6x431,2 (mm) 3 u'. Etapa de expansión VM-3360E de OPTIMUS o equivalente aprobado. Enlace etapa externa línea de 100V (VP-2421) Gestión de alimentación mediante VX-2000DS			
		1,00	6.543,50	6.543,50
PUPITRE	Ud Pupitre de control Pupitre RM-200M S de OPTIMUS o equivalente aprobado. 40ml. Cable de conexión CAT5-STP. Alimentación 24 Vcc desde central VM, con un consumo de 100mA. Completamente montado y funcioando correctamente.			
		1,00	644,57	644,57
REPRO	Ud Reproductor audio multiformato Modelo DV-420 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcioando correctamente.			
		1,00	174,00	174,00
VENT	Ud Ventilador 4 rotores Módulo de ventilación de 4 rotores, con termostato. Modelo V-44 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcioando correctamente.			
		1,00	187,00	187,00
MANIOBRA	Ud Maniobra 20 A 2 u' Placa con interrupto general y magnetotérmico de 20A. Modelo Z-45 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcioando correctamente.			
		1,00	74,62	74,62
ARMARIO	Ud Armario 15 u 19" Mueble para albergar los elementos de la central de megafonía, de anchura normalizada de 19". Construido con acero de 15 décimas y acabados con pintura epoxi. Incluye puerta modelo P-150. Dimensiones: Ancho 546, Fondo 610, Alto 844 (mm) Incluye ruedas. Modelo AR-150 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcioando correctamente.			
		1,00	1.502,80	1.502,80
CONMUTADOR	Ud Conmutador para alimentación de emergencia Conmutador que gestiona la alimentación del sistema VX-2000. Reparte los 24 V CC generados por las fuentes VX-200PS a los diferentes equipos del sistema. En caso de fallo de alimentación, conmuta a las baterías de reserva del sistema. 482 x 88,4 x 377,6 mm. Ocupa 2 u de altura rack. Sistema certificado EN-60849. Modelo OPTIMUS - TOA mod. VX-2000DS. Completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
		1,00	1.128,36	1.128,36
TRANSFO	Ud Transformador de entrada Transformador de 600 ohm para aislar entradas. Modelo IT-450 de OPTIMUS o equivalente aprobado. Completamente montado, instalado y funcionando.			
		1,00	56,30	56,30

MARCHA	Ud Puesta en marcha			
	Puesta en marcha del sistema de megafonía. Ajuste de niveles de audio de entrada y salida, verificación del correcto funcionamiento de todos los elementos instalados, explicación de la utilización de los equipos, programación, si es necesario, de parámetros y ajustes en sistemas controlados por ordenador.			
		1,00	1.175,00	1.175,00

TOTAL SUBCAPÍTULO RACKCAST Rack situado en casetones 11.486,15

SUBCAPÍTULO CANALMEG Canalizaciones

CABLEADO	MI Cable S0Z1-K(AS+)300/500 V.Cu 2x2,5 mm2			
	Cable flexible trenzado y apantallado designación S0Z1-K(AS+) 300/500V resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 del REBT 2002. Sección de 2x2,5 mm2 en cobre, Afumex Firs Detec-Signal de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado. Color de la cubierta naranja.			
		2.000,00	5,85	11.700,00
CANA	MI Tubo LH flex. reforzado 20 mm.			
	Tubo libre de halógenos flexible reforzado, de 20 mm de diámetro exterior, de GEWISS o equivalente aprobado, con grado protección medio y no propagador de la llama, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-2, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.			
		1.920,00	1,78	3.417,60
CANACAST	MI Tubo LH rígido 20 mm+caja			
	Tubo rígido libre de halógenos, enchufable, de diámetro exterior 20 mm, grado protección medio, de GEWISS o equivalente aprobado, no propagador de la llama; con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-1, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.			
		80,00	2,13	170,40
TOTAL SUBCAPÍTULO CANALMEG Canalizaciones				15.288,00

TOTAL INSTALACIÓN MEGAFONÍA 33.557,11 €

5. PRESUPUESTO TOTAL

▪ INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO	516.085,89 €
▪ ALUMBRADO EXTERIOR	100.529,45 €
▪ MEGAFONÍA	33.557,11 €
▪ 13% GASTOS GENERALES	84.522,41 €
▪ 4% GASTOS FINANCIEROS	26.006,90 €
▪ 6% BENEFICIO NETO	39.010,35 €
▪ 18% I.V.A.	117.031,05 €

TOTAL PRESUPUESTO 916.743,16 €

El presupuesto total de la Instalación Eléctrica del Centro Médico asciende a la cantidad de
“Novecientos dieciséis mil, setecientos cuarenta y tres con dieciséis céntimos”.

Leganés, a 11 de Abril de 2.012

El autor del Proyecto:

Joaquín Villanueva Martín

ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

1. ALUMBRADO EXTERIOR.....	378
1.1 GENERALIDADES.....	378
1.2 LEGISLACIÓN APLICABLE.....	380
1.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	381
1.3.1 CANALIZACIÓN.....	381
1.3.2 CANALIZACIÓN EN ACERAS Y ZONAS TERRIZAS	382
1.3.3 CANALIZACIÓN EN CRUCES DE CALZADA.....	382
1.3.4 ARQUETAS.....	382
1.3.5 CONDUCTORES.....	384
1.3.6 ACOMETIDAS A UNIDADES LUMINOSAS	385
1.3.7 TOMAS DE TIERRA	386
1.3.8 LUMINARIAS	387
1.4 PREVISION DE CARGAS.....	388
1.5 ESTUDIO LUMINOTÉCNICO.....	388
1.5.1 RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.....	388
1.5.2 LUZ INTRUSA O MOLESTA	389
1.5.3 FACTOR DE MANTENIMIENTO	389
1.5.4 LUMINARIA UTILIZADA.....	392
1.5.5 DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS	393
1.5.6 ISOLÍNEAS	393
1.5.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN	394
1.5.8 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN	396
1.5.9 FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR	398
1.6 PLAN DE MANTENIMIENTO	400
1.7 CÁLCULO DEL CABLEADO.....	400
1.8 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	402

2. MEGAFONÍA	402
2.1 GENERALIDADES	402
2.2 NORMATIVA	402
2.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	403
2.3.1 BASTIDOR	404
2.3.2 AMPLIFICADOR	405
2.3.3 MENSAJES PREGRABADOS	407
2.3.4 TIPOS DE AVISOS	407
2.3.5 ALTAVOCES	407
2.3.6 CABLEADO ALTAVOCES	409
2.3.7 ATENUADORES	410
2.3.8 CALCULO DE LA SECCIÓN	411
2.3.9 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ADOPTADO	412

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Reloj astronómico/crepuscular del fabricante ORBIS
- Figura 2. Tubo de PVC corrugado en color rojo
- Figura 3a. Arqueta de 60x60 cm
- Figura 3b. Tapa de fundición para arqueta
- Figura 4. Cable RV-K
- Figura 5. Toma de tierra mediante placas de acero cobrizado
- Figura 6. Luminaria Austral IJX-DML
- Figura 7. Fotometría y medidas de la luminaria
- Figura 8. Distribución del alumbrado exterior
- Figura 9. Mapa de isolíneas del alumbrado exterior
- Figura 10. Superficie de cálculo
- Figura 11. Etiqueta calificación energética
- Figura 12. Flujos luminosos de una luminaria
- Figura 13. Flujo hemisférico superior instalado de la parcela
- Figura 14. Vista en 3D de la instalación de alumbrado exterior
- Figura 15. Rack de megafonía
- Figura 16. Conexión en paralelo de altavoces con transformador incorporado
- Figura 17. Rack 19" del fabricante Microkernel
- Figura 18. Reparto a 6 zonas del amplificador
- Figura 19. Amplificador VM3240VA
- Figura 20. Altavoz A-265ATM
- Figura 21. Altavoz FR-30VA
- Figura 22. Dimensiones del altavoz FR-30VA
- Figura 23. Cable S0Z1-k (AS+)
- Figura 24. Esquema de conexión de los atenuadores
- Figura 25. Esquema de la instalación de megafonía

LISTADO DE TABLAS

- Tabla 1. Clasificación de las vías
- Tabla 2. Clases de alumbrado para vías tipo E
- Tabla 3. Clasificación de zonas de protección contra contaminación luminosa
- Tabla 4. Características técnicas del cable RV-K
- Tabla 5. Clases de alumbrado para vías de tipo E
- Tabla 6. Valores límite del flujo hemisférico superior instalado
- Tabla 7. Limitaciones de la luz molesta procedente de inst. de alumbrado exterior
- Tabla 8. Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas
- Tabla 9. Factores de supervivencia de las lámparas
- Tabla 10. Factores de depreciación de las luminarias
- Tabla 11. Eficiencia mínima para vías de tipo E
- Tabla 12. Eficiencia energética de referencia
- Tabla 13. Calificación energética
- Tabla 14. Especificaciones técnicas del amplificador
- Tabla 15. Especificaciones técnicas del altavos A-265ATM
- Tabla 16. Especificaciones técnicas del Altavoz FR-30VA
- Tabla 17. Dimensiones, pesos y resistencias del cable S0Z1-k (AS+)
- Tabla 18. Sección del cable de altavoz según potencia

1. ALUMBRADO EXTERIOR

1.1 GENERALIDADES

El presente punto tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

- Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero
- Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta

Para la realización de la instalación de alumbrado exterior, se han seguido las instrucciones del Pliego de Prescripciones Técnicas del Ayuntamiento de Madrid, la ITC-BT-07 e ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior del 14 de Noviembre de 2008.

El alumbrado de parques y jardines tiene por objeto proporcionar durante la noche niveles de iluminación adecuados a cada zona del parque o jardín, permitiendo durante la noche su armonización con la estética del mismo e incluso contribuir en lo posible a realzarlo.

La alimentación a los puntos de luz, se realizará a través del Cuadro Secundario (Mando Parking), el cual se alimentará desde el Cuadro General de Baja Tensión, situado en el sótano del edificio. El cuadro secundario tendrá capacidad para proteger a los circuitos que alimente.

El encendido y apagado se realizará automáticamente, de manera manual o mediante reloj astronómico/crepuscular, que irá instalada dentro del cuadro secundario.



Figura 1. Reloj astronómico/crepuscular del fabricante ORBIS

Eléctricamente el edificio está tratado como de “Pública concurrencia” por ser un centro médico.

Por nivel de iluminación es tratado como “Alumbrado de Parques y Jardines”, como las vías de tipo E, según la tabla 1 extraída de la ITC-EA-03.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 1. Clasificación de las vías

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i> • <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i> • <i>Áreas comerciales peatonales.</i> 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	
E2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i> 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	

^(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 2. Clases de alumbrado para vías tipo E

Es necesario además conocer el nivel de luminosidad de la instalación, para ello definimos resplandor luminoso nocturno como la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

Se considera dicho edificio de “Luminosidad Alta (E4)”, según la Tabla 3 extraída de la ITC-EA-03, la cual contiene la Clasificación de zonas de protección contra contaminación luminosa.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

Tabla 3. Clasificación de zonas de protección contra contaminación luminosa

1.2 LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la realización del alumbrado exterior, han regido los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales, los de la Compañía Suministradora, los del Ayuntamiento y en particular los siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de Agosto, Instrucciones Técnicas Complementarias y normas UNE de aplicación.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, según orden Ministerial del 9 de Marzo de 1.971.
- Reglamento de Estaciones Transformadoras.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, según decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre de 1.982 e Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas instrucciones MIE-RAT con orden de fecha 6 de Julio de 1.984.
- Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas. (Ayuntamiento, Bomberos y Medio Ambiente)
- Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior del 14 de Noviembre de 2008.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

1.3.1 CANALIZACIÓN

La canalización eléctrica general, estará realizada en tubería de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) o PVC, rojo y corrugado exterior e incoloro interior liso, compuesta por dos tubos de 110 mm (como mínimo diámetro interior 60 mm) de diámetro interior, con separadores de PVC o PEAD cada 8 m en el caso de canalizaciones en arcones, medianas, aceras y zonas ajardinadas, y de tres tubos de PEAD o PVC de 110 mm de diámetro interior, con separadores de PVC o PEAD cada 8 m en el caso de canalizaciones en cruces de calzada.

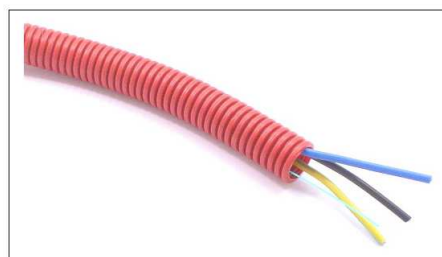


Figura 2. Tubo de PVC corrugado en color rojo

En todos los casos de zanjas entre dos arquetas consecutivas, los tubos serán continuos sin ningún tipo de empalme, tendiendo las canalizaciones a ser ligeramente convexas, de manera tal que, el agua almacenada por condensación o filtrado circule hacia las arquetas.

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables serán de las características especificadas en la UNE 21123, e irán entubados; los tubos para las canalizaciones deben ser los indicados en la ITC-BT-21, y el grado de protección mecánica el indicado en dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no. Cuando vayan hormigonados en cruces de calzada, el grado de resistencia al impacto será ligero según UNE-EN 50086-2-4.

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,30 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

En el caso de los proyectores o luminarias instaladas en fachadas, paredes, etc. el cableado ascenderá hasta ésta última mediante tubo rígido de PVC M-40 adosado o empotrado a las paredes hasta llegar a cada una de las luminarias mediante cajas de derivación adecuadas.

1.3.2 CANALIZACIÓN EN ACERAS Y ZONAS TERRIZAS

Las tuberías discurrirán a lo largo de una zanja de 0'40 m. de anchura y 0'60 m. de profundidad, sobre una cama de arena de río de 5 cm y rellenando el resto de la zanja con elementos sobrantes de la excavación, compactándolas mecánicamente en tongadas no superiores a 15 cm hasta el 95% del producto modificado. A 25 cm mínimo de la parte superior de los tubos se colocará una malla de señalización de 30 cm de ancho, como se refleja en el Documento de Planos.

1.3.3 CANALIZACIÓN EN CRUCES DE CALZADA

Las tuberías discurrirán a lo largo de una zanja de 0'50 m. de anchura y 0'90 m. de profundidad, de manera que la superficie superior de los tubos más próximos a la calzada se encuentre a 69 cm por debajo del pavimento de la misma. En el fondo de la zanja, una vez limpio de cascotes y piedras, se tenderá un lecho de 10 cm de hormigón HM-20, sobre la que se tenderán tres tubos con separadores dos a dos cada 80 cm embebidos en un dado de hormigón continuo HM-20 que los cubrirá hasta un mínimo de 10 cm por encima de los mismos y rellenando el resto de la zanja con arena de miga, al objeto de evitar posibles asentamientos. A una profundidad mínima de 40 cm del pavimento se colocará una malla de señalización de 30 cm de ancho, como se refleja en el Documento de Planos.

1.3.4 ARQUETAS

Se proyectan las arquetas registrables con unas dimensiones interiores de 0,60 m x 0,60 m x 0,60 m para adosar en farolas y para paso, derivación y toma tierra. Para el caso de arquetas de derivación para alimentación del resto de puntos de luz se pueden admitir de 0,35 m x 0,35 m x 0,60 m.

Cuando se utilice una arqueta registrable para albergar los empalmes o derivaciones, se recomienda que su construcción se realice de forma que el agua que pudiera entrar en ella se drene fácilmente. Por ello, en el fondo de la arqueta, formado por el propio terreno y libre de cualquier resto de hormigón, asfalto, etc., se estima necesario dejar un lecho de grava gruesa de 0,15 m de espesor para facilitar el drenaje.



Figura 3a. Arqueta de 60x60 cm

A una profundidad aproximada de 0,20 m de la parte superior de la arqueta, en sentido transversal a la pared de entrada del conductor al punto de luz, y a una distancia de la misma del orden de 0,10 m a 0,15 m, se recomienda situar dos perfiles preferentemente de material plástico resistente, sobre los que se instalará la caja estanca con una grado de protección IPX7, sellando la entrada y salida de los conductores. Desde cada arqueta se podrá derivar hasta tres puntos de luz.

Las arquetas estarán dispuestas en número y lugar de manera que cada farola disponga de una arqueta adosada de dimensiones mínimas 0,4 m x 0,40 m x 0,60 m así como en todos los cambios de dirección y como mucho en distancias no superiores a 50 m; sus dimensiones serán de 0'60x0'60 m de medidas interiores (en el caso de zonas ajardinadas se permiten de 0,35 m X 0,35 m) y profundidad tal que la superficie inferior de los tubos está 10 cm por encima del fondo permeable de la arqueta (60 cm de profundidad para arquetas de paso o derivación a unidades luminosas y de 104 cm para arquetas en cruce de calzada), y ejecutadas en hormigón HM-20 con espesor de paredes mínimo de 10 cm.

Para el caso de los puntos de luz que no sean farolas, se dispondrá como mínimo y siempre que sea posible, de una arqueta cada tres luminarias de dimensiones 0,35 m x 0,35 m x 0,60 m, de manera que a través de cajas de derivación estancas instaladas dentro de la arqueta se pueda proteger y/o derivar a varias luminarias del alumbrado exterior.

Las arquetas, tanto de paso como de cruce de calzada, irán dotadas de marco y tapa de fundición modular de grafito esferoidal tipo FGE 42-42 según Norma UNE-36.118, con testigo de control en forma de mamelón troncocónico de diámetro 15 mm y salida 3°. Se preverá un anclaje del marco solidario con el mismo adecuado.



Figura 3b. Tapa de fundición para arqueta

La terminación de la arqueta en su parte superior se enrasará con el pavimento proyectado, dándole una pendiente del 2% para evitar la entrada del agua.

Las características dimensionales y calidades de materiales vienen reflejadas en el plano de detalle correspondiente.

1.3.5 CONDUCTORES

La red de distribución, se realizará en tendido subterráneo sin empalmes, en el interior de las canalizaciones y arquetas preparadas al efecto.

Las líneas de distribución serán trifásicas con neutro y estarán constituidas por conductores unipolares de cobre electrolítico clase 5, con tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo, correspondiendo con la designación RV-K 0,6/1KV.

En ningún caso la sección será inferior a 6 mm² ni superior a 25 mm².

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de la misma, será menor o igual al 3% según la ITC-BT-09.

El cable RV-K es un cable de fácil pelado y alta flexibilidad para instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere una mayor facilidad de manipulación. Sus principales aplicaciones son:

- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07)
- Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09)
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004)

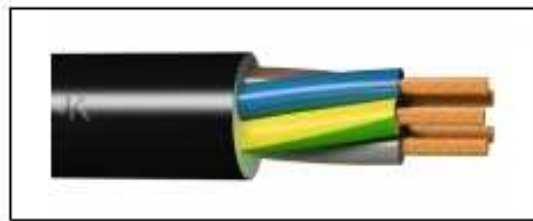


Figura 4. Cable RV-K

A continuación se muestra la tabla de características técnicas del cable RV-K del fabricante Prysmian:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación								
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
4 G 1,5	0,7	9,9	135	13,3	20	No Permitido	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	11	180	7,98	26,5	No Permitido	16,23	13,1
4 G 4	0,7	12,1	245	4,95	36	No Permitido	10,16	8,23
4 G 6	0,7	13,5	330	3,3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	16,2	520	1,91	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	19,9	796	1,21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24	1240	0,78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	27,7	1700	0,554	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	32,2	2430	0,386	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	35,8	3260	0,272	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	39,8	4210	0,206	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	43,7	5178	0,161	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	49,5	6476	0,129	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	56,1	8778	0,106	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	63,2	10526	0,0801	468	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	10,8	160	13,3	20	No Permitido	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	12	215	7,98	26,5	No Permitido	16,23	13,1
5 G 4	0,7	13,2	300	4,95	36	No Permitido	10,16	8,23
5 G 6	0,7	14,8	400	3,3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	17,7	630	1,91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	21,8	976	1,21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,2	1460	0,78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	30,6	2070	0,54	137	117	1,17	1,01

Tabla 4. Características técnicas del cable RV-K

1.3.6 ACOMETIDAS A UNIDADES LUMINOSAS

Las alimentaciones a unidades luminosas, en tendido subterráneo, se ejecutarán con bornas de conexión y se vulcanizarán dejando estos empalmes separados, nunca en manojo, haciendo la entrada y salida en la columna a través de las arquetas correspondientes, por la facilidad que este sistema de instalación supone en la localización de averías, además de la supresión de puntos débiles de la instalación, aún a costa de aumentar ligeramente la longitud de la red, dichos conductores se conectarán a los bornes de una caja de conexión y protección de poliéster con fibra de vidrio, que a tal efecto se instalará en la parte inferior de la columna o base de la luminaria, o en su defecto, a las cajas de derivación estancas existentes en cada arqueta de paso o derivación. Desde las citadas cajas con sus correspondientes cortacircuitos calibrados, se derivará para alimentar el equipo de alto factor, compuesto de reactancia, en unos casos del tipo autorreguladora y en otros del tipo reactor condensador, arrancador y lámpara, mediante conductor de cobre con aislamiento de policloruro de vinilo, designación RV-K 0'6/1KV de 2 x 6 + T.T.mm² de sección.

Las derivaciones a la unidad luminosa, se realizarán mediante KITS en forma de "T", ejecutándose las mismas de tal forma que la continuidad en el aislamiento del conductor sea la misma en toda la longitud del cable empleado.

1.3.7 TOMAS DE TIERRA

En la red de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. En la instalación de alumbrado exterior, se buscarán aquellos puntos de luz donde se puedan instalar los electrodos garantizando la no transferencia de tensiones, paso y contacto peligrosas desde las redes de tierras existentes del edificio y demás.

Se tiene en cuenta que existen modelos de luminarias proyectadas a instalar en la zona ajardinada que son de Clase II. En este caso,

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde – amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima de 16 mm² para redes subterráneas.

El conductor de protección que une cada soporte de luminaria con el electrodo o con la red de tierra será de cable unipolar aislado, de tensión 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Se ha proyectado una red general de tierras, formada por un conductor de protección de cobre electrolítico con aislamiento 450/750 V de policloruro de vinilo color verde-amarillo, 16 mm² de sección.

Este cable discurrirá por el interior de la canalización; los empalmes, en los casos en que fuesen necesarios, se realizarán mediante soldadura de alto punto de fusión. De éste cable principal partirán las derivaciones a cada punto a poner a tierra, (masas metálicas de los electrodos, báculos, columnas, centros de mando, etc), con cable de cobre verde-amarillo aislamiento 450/750 V de 35 mm² sección unidos a las partes metálicas mediante tornillo, tuerca y arandela de cobre o aleación rica en cobre que garantice el contacto permanente.

La línea principal de tierra, que une el electrodo hasta la primera derivación o empalme, tendrá siempre una derivación de 35 mm².

Se han proyectado placas de acero cobrizado de 500 x 500 x 2 mm, para la toma de tierra de los puntos de luz. Las placas se colocarán en posición vertical y las uniones de las mismas con el cable principal de tierra se harán mediante soldadura aluminotérmica.



Figura 5. Toma de tierra mediante placas de acero cobrizado

1.3.8 LUMINARIAS

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60598-2-3, sección 3, la cual habla de Luminarias para alumbrado público.

Las lámparas utilizadas tendrán una eficacia luminosa superior a 65 lum/W y deberán tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0.90, asimismo deberán estar protegidas contra sobreintensidades.

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior tendrán como mínimo el grado de protección IP 23 y serán de Clase 1 o de Clase 2 (tabla 5).

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Tabla 5. Clases de alumbrado para vías de tipo E

1.4 PREVISION DE CARGAS

Para la determinación de las potencias a plena carga que cubran las necesidades para el suministro se ha partido de los planos donde están representados los puntos de luz y tomas de corriente, de cuyo recuento y aplicación del coeficiente 1,8 sobre la potencia de lámparas de descarga, según indica la ITC-BT-44, se han obtenido las cargas instaladas reflejadas en los esquemas de cuadros.

Por lo cual, la previsión de cargas será la correspondiente a la potencia total instalada para el Cuadro Secundario “Parcela”, que son 20.000 w.

1.5 ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

Se efectúa el cálculo luminotécnico de la instalación con el programa DIALUX, utilizando las curvas de distribución específicas de cada una de las luminarias utilizadas, y analizando sectores tipo representativos del conjunto de la instalación.

No se ha tenido en cuenta la colaboración de los elementos de iluminación de los edificios existentes o en construcción.

Los modelos utilizados en el cálculo no prefijan necesariamente la luminaria a instalar.

1.5.1 RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

Definimos resplandor luminoso nocturno como la luminosidad o brillo nocturno producido, entre otras causas, por la luz procedente de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas. Dicha luminosidad depende del flujo hemisférico superior. El flujo hemisférico superior instalado no superará el 25% según la tabla 6 extraída de la ITC-EA-03, ya que la zona la hemos clasificado como de luminosidad alta.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO $F_{HS_{INST}}$
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

Tabla 6. Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

1.5.2 LUZ INTRUSA O MOLESTA

Se define luz intrusa o molesta como la luz procedente de las instalaciones de alumbrado exterior que da lugar a incomodidad, distracción o reducción en la capacidad para detectar una información esencial, y por tanto, produce efectos potencialmente adversos en los residentes, ciudadanos que circulan y usuarios de sistemas de transportes.

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de la instalación de alumbrado exterior, sobre residentes y sobre los ciudadanos en general, se diseñará para que no supere los siguientes valores, obtenidos de la tabla 7 de la ITC-EA-03:

- Iluminación Vertical E_v : 25 lux
- Intensidad luminosa I: 25000 cd

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical (E_v)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L_m)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (L_{max})	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ($L_{máx}$)	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% para adaptación a $L = 0,1$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 1$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 2$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 5$ cd/m ²

Tabla 7. Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior

1.5.3 FACTOR DE MANTENIMIENTO

Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética.

La peculiar implantación de las instalaciones de alumbrado exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad vial, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de las mismas.

El plan de Mantenimiento previsto en cada instalación dará un valor de factor de mantenimiento en función de:

- Período de reposición de lámparas y limpieza de la luminaria
- Grado de protección IP del bloque óptico de la luminaria
- Tipo de lámpara

El factor de mantenimiento viene dado por la expresión:

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU$$

Donde:

- FDFL = Factor de depreciación del flujo de la lámpara (tabla 8)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Tabla 8. Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas

Para calcular el FDFL de nuestra instalación de alumbrado exterior, tenemos los siguientes datos:

- Tipo de lámpara: Sodio alta presión
- Periodo de funcionamiento en horas: 8000 horas

Fijándonos en la Tabla 8, obtenemos un Factor de depreciación del flujo de la lámpara de 0,94.

- FSL = Factor de supervivencia de la lámpara (tabla 9)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Tabla 9. Factores de supervivencia de las lámparas

Para calcular el FSL de nuestra instalación de alumbrado exterior, tenemos los siguientes datos:

- Tipo de lámpara: Sodio alta presión
- Período de funcionamiento en horas: 8000 horas

Fijándonos en la Tabla 9, obtenemos un Factor de supervivencia de las lámpara de 0,94.

- FDLU = Factor de depreciación de la luminaria (tabla 10)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Bajo	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Bajo	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

Tabla 10. Factores de depreciación de las luminarias

Para calcular el FDLU de nuestra instalación de alumbrado exterior, tenemos los siguientes datos:

- Grado de protección del sistema óptico: IP65
- Intervalo de limpieza: 2 años
- Grado de contaminación: Medio

Fijándonos en la Tabla 10, obtenemos un Factor de depreciación de las luminarias de 0,89.

Sustituyendo los factores en la expresión general, obtenemos un valor del factor de mantenimiento de:

$$f_m = 0,94 \cdot 0,94 \cdot 0,89 = 0,78$$

1.5.4 LUMINARIA UTILIZADA

La luminaria utilizada es del fabricante Indal, modelo Austral IJX-DML. Es una Luminaria decorativa, con un conjunto óptico formado por un difusor prismático en metacrilato alto impacto y un reflector facetado que minimiza la contaminación lumínica.

El reflector ha sido diseñado para conseguir el máximo aprovechamiento energético y una fotometría de acuerdo a las exigencias de las instalaciones típicas de alumbrado urbano. El difusor con prismas horizontales interiormente y verticales exteriormente, permite conseguir un reparto más uniforme de la luz y un mayor confort visual.

El conjunto reflector-difusor redirige la luz directa de la lámpara así como la reflejada hacia el hemisferio inferior, obteniéndose un ahorro energético superior al 25% respecto a una luminaria esférica convencional sin reflector.

La luminaria Austral respeta las normativas sobre control del resplandor luminoso y puede ser utilizada para iluminar zonas clasificadas E2, E3 y E4.



Figura 6. Luminaria Austral IJX-DML

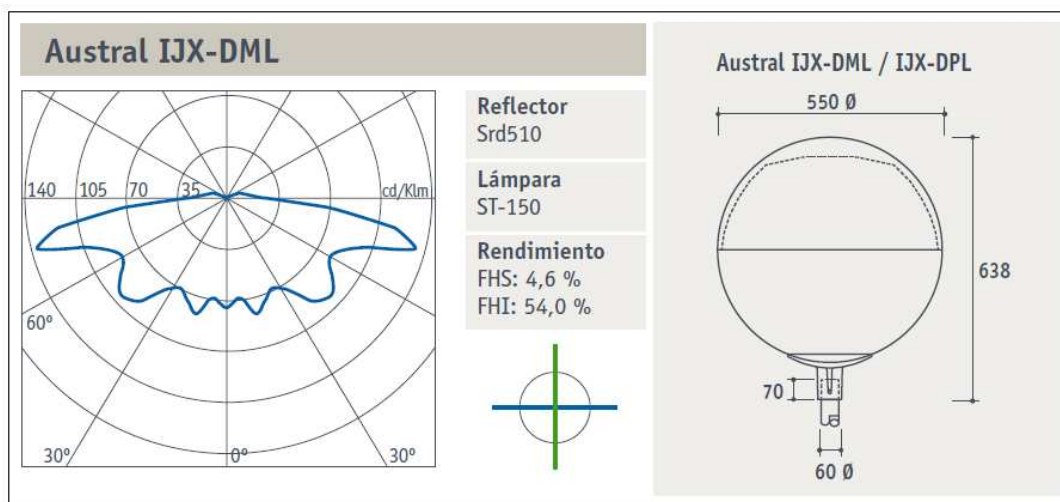


Figura 7. Fotometría y medidas de la luminaria

1.5.5 DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS

La distribución de las luminarias en la parcela del centro médico, es la mostrada en la Figura 11, extraída del software de cálculos lumínicos DIALUX.

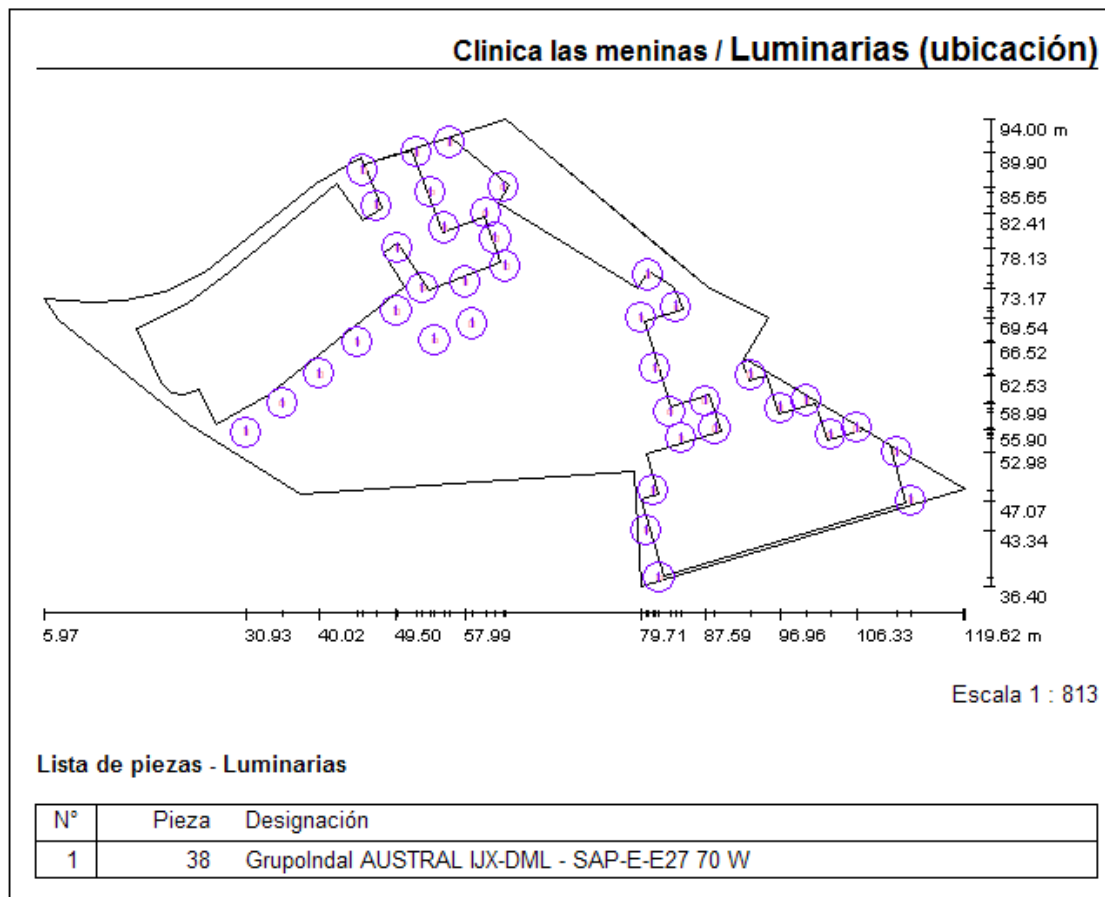


Figura 8. Distribución del alumbrado exterior

1.5.6 ISOLÍNEAS

Una isolínea, para una función de varias variables, es una curva que conecta los puntos en que la función tiene un mismo valor constante.

Las isolíneas que se representan en un mapa son líneas, rectas o curvas, que describen la intersección de una superficie real o hipotética con uno o más planos horizontales. La configuración de estas curvas permite a los lectores del mapa inferir el gradiente relativo de la variable o parámetro y estimar un valor en un lugar determinado.

Las isolíneas en un mapa obtenido de DIALUX, muestran la iluminancia que tienen las distintas zonas de la parcela. Como ya se explicó en el apartado de cálculos luminotécnicos del documento 2, la iluminancia es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área.

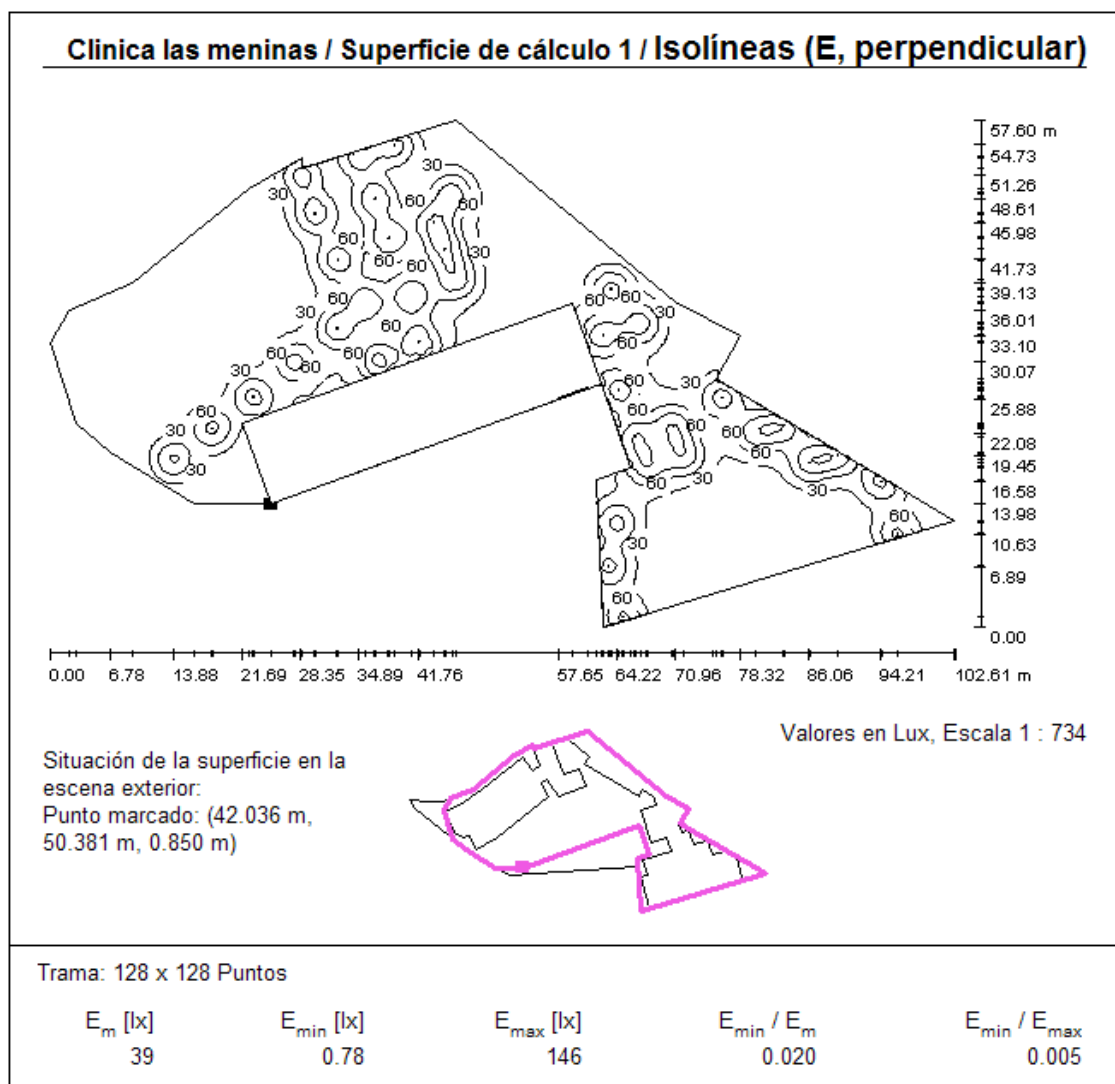


Figura 9. Mapa de isótopas del alumbrado exterior

1.5.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

Según la ITC-EA-01, la eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación, entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left[\frac{m^2 \cdot Lux}{W} \right]$$

Donde:

ε = Eficiencia energética de la instalación de alumbrado

P = Potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares).

Corresponde con la potencia instalada del CS Parcela, que son 20 kW.

S = Superficie iluminada (m²), en este caso 7518 m².

Em = Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto en lux. Del software Dialux obtenemos 39 lux.

Sustituyendo en la expresión, obtenemos una eficiencia energética en la instalación de:

$$\varepsilon = \frac{7518 \cdot 39}{20000} = 14,66 \left[\frac{m^2 \cdot Lux}{W} \right]$$

Cuanto mayor es ε , más eficiente es la instalación y por lo tanto menor el consumo energético.

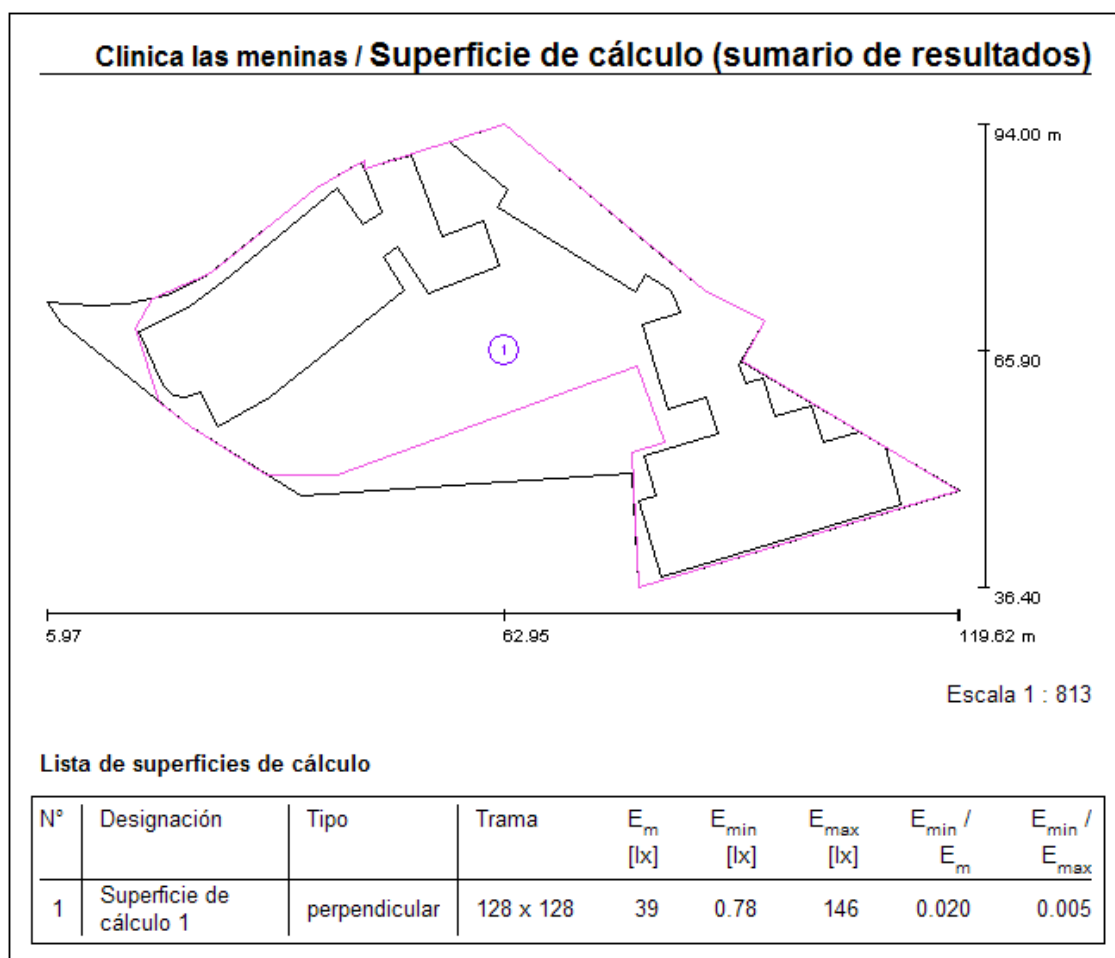


Figura 10. Superficie de cálculo

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal	

Tabla 11. Eficiencia mínima para vías de tipo E

Como podemos observar, cumplimos con la tabla 11 extraída de la ITC-EA-01, ya que la eficiencia mínima para 39 lux de iluminancia media, son 9 ($\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$).

1.5.8 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrado de señales y anuncios luminosos, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (I_E) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ε) y el valor de eficiencia energética (ε_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada:

$$I_E = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Donde:

I_E = Índice de eficiencia energética

ε = Eficiencia energética. En el apartado anterior se obtuvo 14,66

ε_R = Eficiencia energética de referencia. De la Tabla 12 se obtiene un valor de 13.

Sustituyendo en la expresión, obtenemos un índice de referencia de:

$$I_E = \frac{14,66}{13} = 1,12$$

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 12. Eficiencia energética de referencia

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía).



Figura 11. Etiqueta calificación energética

El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I\varepsilon} = \frac{1}{1,12} = 0,89$$

Por lo tanto, mirando en la tabla 13 extraída de la ITC-EA-01, vemos que la instalación de alumbrado exterior tendrá una calificación energética de A.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I\varepsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I\varepsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I\varepsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I\varepsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I\varepsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I\varepsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I\varepsilon \leq 0,20$

Tabla 13. Calificación energética

1.5.9 FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR

El flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}), también denominado ULR_{inst} , se define como la proporción en % del flujo de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal que pasa por el centro óptico de la luminaria respecto al flujo total saliente de la luminaria, cuando la misma está montada en su posición de instalación.



Figura 12. Flujos luminosos de una luminaria

Según la figura 13, extraída del software DIALIUX, tenemos un flujo hemisférico superior instalado del 6%. Si nos fijamos en la Tabla 6, el límite para el FHS es del 25%, por lo cual cumplimos con la ITC-EA-01.

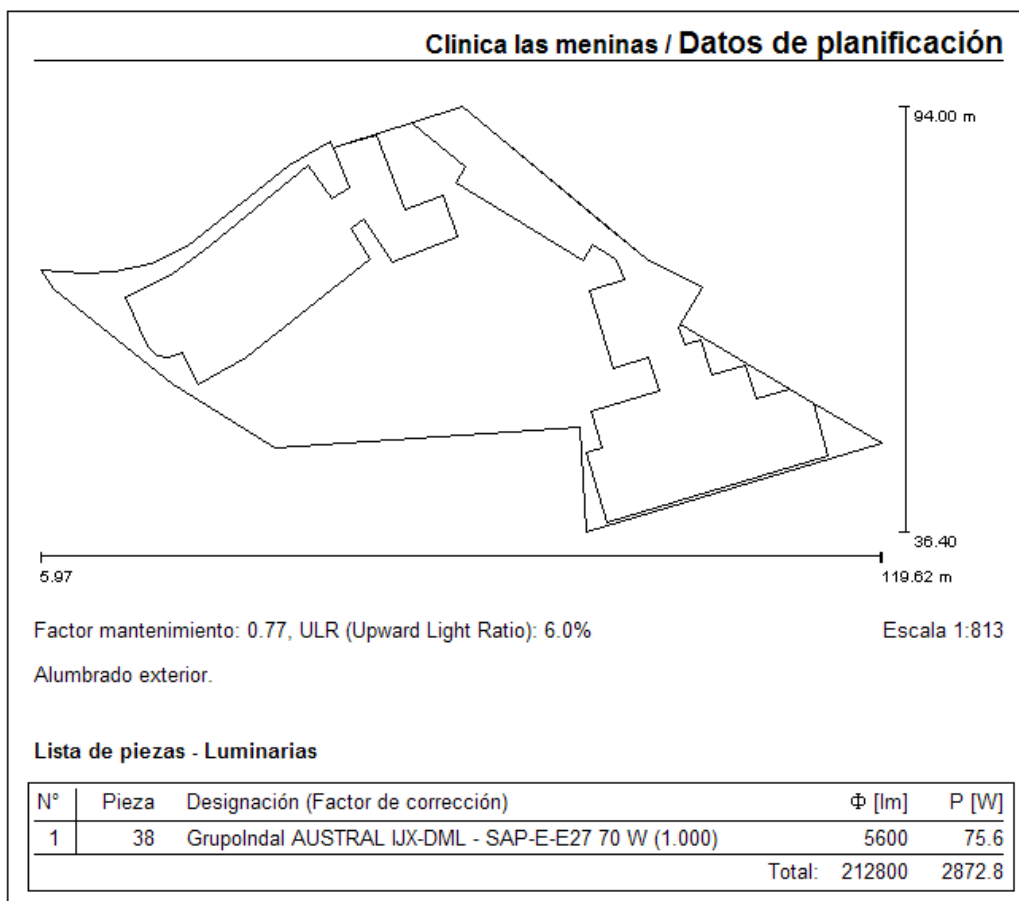


Figura 13. Flujo hemisférico superior instalado de la parcela

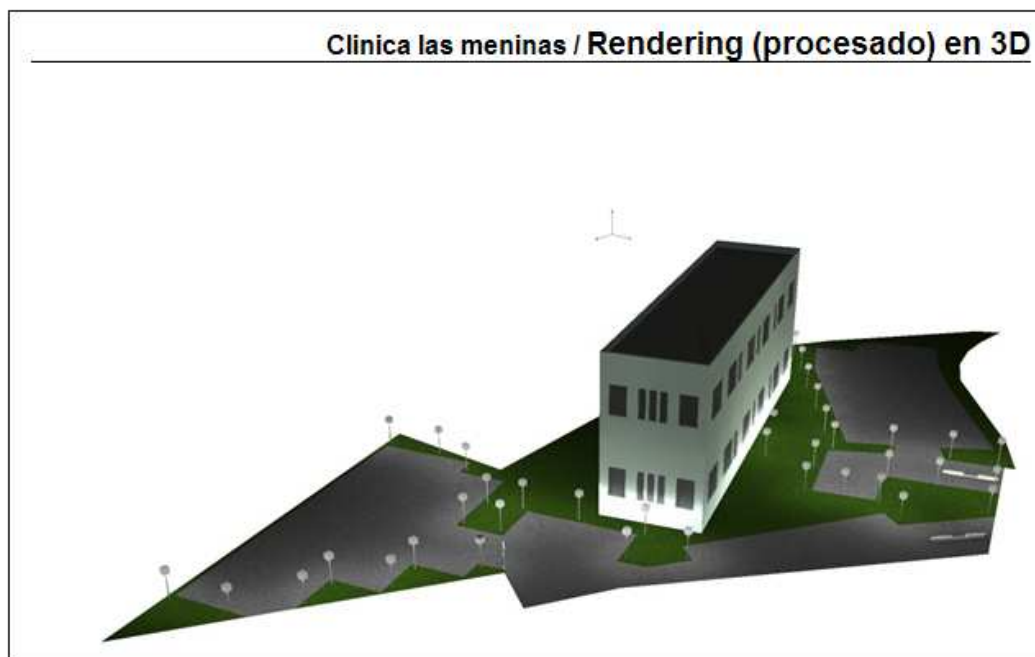


Figura 14. Vista en 3D de la instalación de alumbrado exterior

1.6 PLAN DE MANTENIMIENTO

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el factor de mantenimiento.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento, que según el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público, obliga entre otras cosas a:

- La reposición masiva de lámparas
- Las operaciones de limpieza de luminarias
- Trabajos de inspección
- Mediciones eléctricas

En el registro deberá contemplar, como mínimo, la siguiente información:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta
- El titular del mantenimiento
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación
- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo
- La fecha de ejecución
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- a) Consumo energético anual
- b) Tiempo de encendido y apagado de los puntos de luz
- c) Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida
- d) Niveles de iluminación mantenidos

El registro de las operaciones de mantenimiento se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.




1.7 CÁLCULO DEL CABLEADO

Se realiza el cálculo de la sección para el circuito más alejado del cuadro secundario de la parcela. Para la realización de dicho cálculo, se ha utilizado el software

“Prysmtool” del fabricante Prysmian. Una vez introducidos una serie de datos que te pide el programa, te devuelve un informe con la sección necesaria. Algunos de los datos a introducir son:

- Tipo de instalación: Alumbrado exterior subterráneo (ITC-BT-09)
- Tipo de cable: Cable de cobre con cubierta de PVC y armado con hilos de acero
- Tipo de corriente: Alterna monofásica (230 V)
- Potencia activa: 1000 w
- Coeficiente del tipo de receptor: 1,8 (lámparas de descarga)

El programa nos devuelve el siguiente informe:

 	
RESULTADOS DEL CÁLCULO SEGÚN RBT (R.D. 842/2002)	
TIPO DE CABLE PROPUESTO	
	Retenax Flam M (Cable cubierta PVC armado con hilos de acero (RH))
	Naturaleza del conductor: Cobre (Cu)
	Aislamiento del cable: XLPE
	Tensión nominal del cable: 1000 V
	Temp. máxima conductor: 90°C
Composición del cable: Cable/s multiconductor/es	
TIPO DE INSTALACIÓN	
ITC-BT 9 (II) Alumbrado exterior subterráneo / Directamente enterrados (sin tubo o conducto) / (D)	
CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	
Intensidad de corriente: 4.83 A	Tipo de corriente: Alterna Monofásica
Potencia activa: 1.00 kW	Tensión: 230 V
Potencia aparente: 1.11 kVA	Intensidad cortocircuito: 5.44 kA
Cos φ: 0.9	Tiempo disparo protecciones: 0.1 s
Rendimiento (motores): --	% caída de tensión: 1.0 %
Coef. tipo instalación: 1 (otros)	Caída de tensión: 2.3 V
Coef. tipo de receptor: 1.8 (lámparas de descarga)	Longitud de la línea: 100 m
Otro coeficiente: 1.00	Reactancia: 0.00 Ω/km
Temperatura suelo: 20 °C (1.04)	Tipo instalación bandejas: --
Resistividad térmica: 1.00 K-m/W (1.00)	nº de bandejas: --
Profundidad: 70 cm (1.00)	nº circuitos adicionales: -- (--)
nº circuitos adicionales: 2 (0.75)	Separación circuitos: --
Tipo de inst. agrupamiento: --	nº de capas: --
RESULTADO CÁLCULO	
Sección por intensidad: 6 mm ²	SOLUCIÓN Sección recomendada: 16 mm ² Número de conductores por fase: 1
Número de conductores por fase: 1	
Intensidad máxima admisible del circuito: 70.20 A	
Factor de corrección por agrupación final: 0.75	
Sección por cortocircuito: 16 mm ²	
Número de conductores por fase: 1	
Sección por caída de tensión: 16 mm ²	
Número de conductores por fase: 1	
NOTA: este cálculo ha sido realizado según los criterios del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002) y sus instrucciones técnicas complementarias. Prysmian Cables y Sistemas no se responsabiliza del uso que se haga de los cálculos descritos en este informe.	

1.8 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Se tomará como referencia el documento 4, referente al pliego de condiciones técnicas de electricidad.

2. MEGAFONÍA

2.1 GENERALIDADES

Este punto abarca la instalación de un sistema de megafonía de emergencia para avisos en el centro médico.

Se instalará un Rack en la Planta Casetones para difundir el plan de evacuación automáticamente. En el caso de difundir mensajes hablados se realizará en recepción mediante el pupitre microfónico.



Figura 15. Rack de megafonía

2.2 NORMATIVA

Para la realización de la instalación de megafonía, han regido los siguientes criterios:

- Normas de Seguridad dictadas por el Ministerio de Industria mediante el R.D. 7/1998, de acuerdo con la Directiva de Baja Tensión de la Comunidad Económica Europea, modificada con la directiva 93/68, que incluye la Norma EL 60065 sobre Seguridad Eléctrica
- Norma UNE 7183 para recubrimientos galvánicos
- Norma UNE 20502 para equipos de sistemas electroacústicos
- Norma UNE 20514 de seguridad para equipos electroacústicos y sus accesorios
- Norma EN 60065 (UNE-EN 60065) referente a los requisitos de seguridad para los aparatos electrónicos y aparatos relacionados con éstos para uso doméstico o uso general análogo conectados a una red de energía

- Norma EN60849
- Norma UNE-EN-ISO 9001 sobre Sistemas de Calidad

Todos los elementos de los Sistemas de Megafonía deben instalarse considerando el Reglamento de Baja Tensión.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

El sistema de megafonía tiene como misión principal posibilitar la emisión de mensajes hablados con la suficiente inteligibilidad en el edificio.

Desde la central de reproducción y amplificación saldrán las líneas de distribución que conectarán los altavoces situados en las dependencias y zonas comunes que dispongan de este servicio.

En la central del edificio se instalará una etapa de potencia, que es una unidad de amplificación con salida de tensión constante de 100V, ya que la conexión en línea de 100V está recomendada cuando trabajamos con un alto número de altavoces y distancias largas de cableado entre amplificador y altavoces.

La conexión de los altavoces se efectuará en paralelo, escogiendo en cada punto de altavoz la conexión más apropiada para el espacio a sonorizar, ya que el transformador que incorporan acostumbra a proporcionar varias tomas de potencia de conexión.

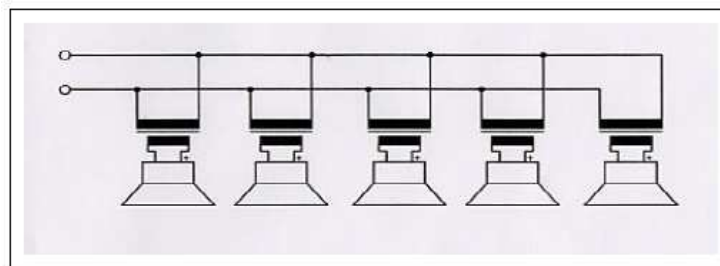


Figura 16. Conexión en paralelo de altavoces con transformador incorporado

De la etapa de potencia se alimentarán los altavoces y atenuadores previstos para cada planta.

Los elementos básicos que componen la instalación de megafonía son:

- Bastidor
- Amplificadores
- Altavoces
- Sirenas
- Pupitre microfónico

2.3.1 BASTIDOR

Todos los equipos del sistema general de megafonía estarán ubicados en un armario tipo rack de 19", que estará situado en el cuarto técnico previsto indicado en los planos.

Los armarios van equipados con:

- **INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO:** De puesta en marcha con protección contra sobreintensidades (protección del cableado)
- **UNIDAD DE VENTILACIÓN FORZADA:** (4 rotores, con termostato), activa a partir de la temperatura umbral que mantiene el ambiente de trabajo de los equipos por debajo del rango de temperatura recomendado para asegurar un óptimo funcionamiento global del sistema ubicado en el rack de megafonía
- **PLACA DE CONEXIONES SIMPLIFICADA:** Facilita el empalme de los equipos exteriores, como las líneas de altavoces, pupitres microfónicos o señales de control exteriores.

Se ha escogido un rack de 19 pulgadas del fabricante Microkernel. Este bastidor, introduce aire frío a través de los 2 ventiladores incorporados en el suelo, y evacúa el aire caliente por los 2 ventiladores situados en el techo tal y como muestra la figura 18.



Figura 17. Rack 19" del fabricante Microkernel

2.3.2 AMPLIFICADOR

Las unidades amplificadoras de la instalación junto con los equipos fuentes de programa, se instalarán reunidos en un local.

El local estará ventilado, exento de humedad y polvo, y alejado de los elementos que por su naturaleza originen de forma permanente o transitoria altos niveles de vibración o ruido. La temperatura ambiente se mantendrá en cualquier circunstancia entre 5 y 30 °C, situándose los equipos alejados de cualquier foco de calor y en lugar que no permita la incidencia de los rayos solares sobre los mismos.

Se trata de una etapa de potencia de 360 W, con las siguientes características:

- 6 salidas de altavoces (100 V)
- Control del sistema VM-3000 según EN-60849
- 4 Entradas MIC/LINE y 2 BGM
- 1 Entrada para etapa 100 V externa
- Salida de grabación
- Posibilidad de configuración remota vía LAN
- 8 Entradas y 8 salidas para control remoto
- Control de atenuadores
- 4 tonos de gong incorporados
- 6 mensajes de audio generales y 2 mensajes de emergencia

Los amplificadores pueden estar alimentados por red a 230/240 Vac o por batería a 24 Vcc.

Cada amplificador puede gobernar un máximo de 6 zonas. La potencia total del amplificador se repartirá en función del número de altavoces conectados a cada zona. La potencia máxima vendrá definida por el amplificador.

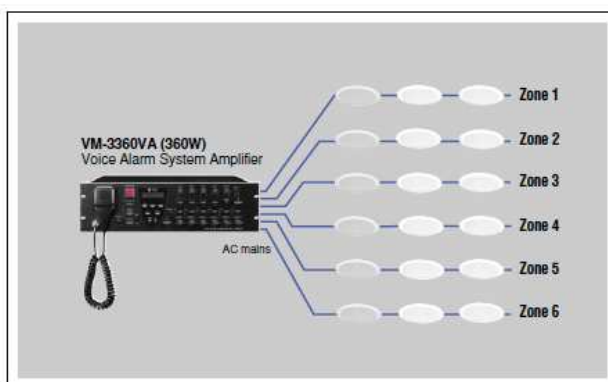


Figura 18. Reparto a 6 zonas del amplificador

Incorpora dispositivos de protección contra cortocircuitos en la línea o exceso de carga en la línea de altavoces. Además, incluye también una protección térmica para

evitar averías por sobrecalentamiento, y un sistema “anticlipping” que evita la saturación excesiva de la etapa de potencia y disminuye la distorsión a potencias superiores de la nominal, aumentando así el margen de seguridad de los altavoces.

Todos los amplificadores tienen indicadores luminosos de funcionamiento, sobrecarga en la línea y emisión de avisos, también incorporan un visualizador luminoso para ver el nivel de señal de la salida.

Se ha escogido el amplificador modelo VM3240 del fabricante TOA.



Figura 19. Amplificador VM3240VA

Power Source	230 V AC, 50/60 Hz
Power Consumption	600 W (with rated output signal), 260 W (according to EN60065)
Rated Output	240 W
Frequency Response	50 Hz - 20 kHz, ± 3 dB (at 1/3 rated output)
Distortion	0.7 % or less (at rated output, 1 kHz)
S/N Ratio	85 dB or more
Audio Input/Output Characteristic	Sampling frequency: 48 kHz A/D D/A converter: 24 bit
Input	Input 1 - 3: -50 dB* (MIC)/-10 dB* (LINE) (changeable), 600 Ω , electronically balanced, combined XLR connector (female)/phone jack Input 4: -50 dB* (MIC)/-10 dB* (LINE) (changeable), 600 Ω , electronically balanced, removable terminal block (14 pins) BGM 1 - 2: -10 dB*, 10 k Ω , unbalanced, RCA pin jack External amplifier input: 100 V line, removable terminal block (14 pins)
Output	Speaker output 1 - 2: Max. (240 W) per output Speaker output 3 - 6: Max. (120 W) per output Speaker output 1 - 6: Total within 240 W, removable terminal block (14 pins) Allowable minimum load: 500 Ω (20 W) at 100 V line for speaker line failure detection Direct output: Direct output from internal or external amplifier, removable terminal block (16 pins) Recording output BGM/Paging: 0 dB*, 10 k Ω , unbalanced, RCA pin jack

Tabla 14. Especificaciones técnicas del amplificador

2.3.3 MENSAJES PREGRABADOS

El sistema de megafonía incorporará, como ya se ha mencionado anteriormente, un módulo microcontrolado en el que se puedan registrar mensajes de emergencia que deban ser repetitivos y sin operadora, o bien otras señales como tonos o sirenas.

La grabación se efectúa en memoria no volátil, permitiendo, de este modo, mantener la grabación en ausencia de alimentación.

El reproductor de avisos digitales tendrá capacidad para 240 segundos de grabación que serán repartidos en un máximo de 4 avisos diferentes.

El equipo permitirá seleccionar el número de repeticiones por mensaje, establecer grupos de mensajes con distintos números de repeticiones, encadenar mensajes, configurar una repetición continua de un mensaje...

La activación del módulo y de cada uno de los avisos podrá efectuarse desde la misma central de megafonía o bien por control remoto desde puntos exteriores como por ejemplo la central de incendios o sensores de alarma.

A pesar de la seguridad del sistema, se recomienda que cualquier activación de señales que pueda ser entendida por el público como una emergencia o necesidad de evacuación, debe estar siempre confirmada y regirse por un plan de emergencia establecido para el recinto con el propósito de evitar situaciones peligrosas por falsas alarmas, manipulaciones o activaciones fortuitas.

2.3.4 TIPOS DE AVISOS

Los avisos podrán ser individuales por zonas, a grupos de ellas o generales a toda la megafonía.

Los avisos serán prioritarios sobre las otras señales del sistema de megafonía y activarán los dispositivos de seguridad de avisos de los reguladores de volumen de cada dependencia.

2.3.5 ALTAVOCES

Los altavoces de techo serán de 5'' con dispersor incorporado. Potencia de 6 W, seleccionada a 3 W. Sensibilidad a 1 kHz, 1 W y 1 m de 91 dB. Presión acústica máxima (SPL) a 1 kHz, 1 m de 99 dB. Respuesta en frecuencia de 110 a 15.000 Hz. Sistema de montaje empotrado rápido mediante garras, con tornillo y acabado en blanco metálico. Los altavoces escogidos son del fabricante Optimus, modelo A-265.



Figura 20. Altavoz A-265ATM

	A-265ATM
Altavoz	5" bicono
Potencia RMS	6 W (9 W máx)
Selección de potencia	6, 3, 1,5 y 0,75 W
Respuesta en frecuencia	140 ~ 20.000 Hz
SPL 1 m, 1 kHz	95 dB (1 W) / 103 dB (6 W)
Diametro (mm)	Ø 180
Fondo (mm)	112
Orificio para empotrar	Ø 160 mm
Peso	1,5 kg
Acabado	Metálico, color blanco
Caja posterior (opcional)	FID-5220 (BS-5839, p8)
Terminales cerámicos (opc)	FID-2 (BS-5839, p8)

Tabla 15. Especificaciones técnicas del altavoz A-265ATM

Para las zonas abiertas, como por ejemplo en la planta “casetones”, se colocará un proyector acústico de boca cuadrada y apertura exponencial, de 30W de potencia RMS en línea de 100V, IP-65, 1136 dB y un ángulo de dispersión 85°. Estos altavoces se conectarán a una potencia de 15W.

El proyector escogido para las zonas abiertas es el modelo FR-30VA del fabricante Optimus.



Figura 21. Altavoz FR-30VA

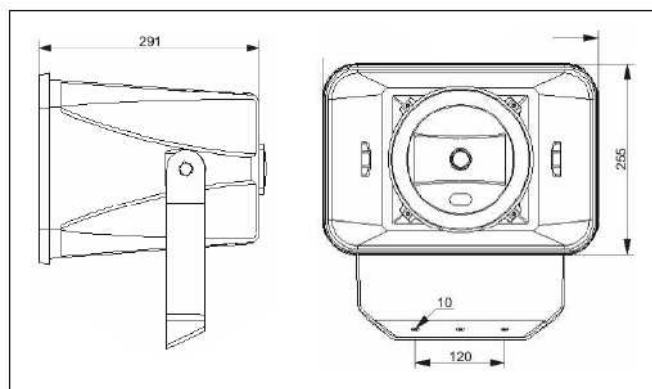


Figura 22. Dimensiones del altavoz FR-30VA

Loudspeaker	1 x 5" + 1 x 1,5"
Power (RMS)	30 W
Impedance	2k6, 1k3, 666 and 333 Ω
100 V line	3,75 W, 7,5 W, 15 W and 30 W
Sensitivity (1 kHz) (SPL)	98 dB (1 W, 1 m)
Sound pressure level (1 kHz) (SPL)	113 dB (30 W, 1 m)
Dispersion angle (1 kHz)	85°
Protection range	IP66
Frequency response (- 20 dB)	80 ÷ 20.000 Hz
Dimensions (mm)	370 x 255 x 291
Weight	4,6 kg
Finishing	ABS and polypropylene with fiber-glass, grey colour (RAL 7035)
Remarks	Special for voice alarm (VA) installations. Complies with the BS5839, part 8 standard

Tabla 16. Especificaciones técnicas del Altavoz FR-30VA

2.3.6 CABLEADO ALTAVOCES

Se instalará un mínimo de una línea de altavoz para cada amplificador. La sección será como mínimo de 2,5 mm² por cada conductor, y si alguna de ellas superara los 100 metros, se utilizará cable de 4 mm² de sección.

Los conductores a utilizar serán flexibles, apantallados y resistentes al fuego, cuya designación es SOZ1-k(AS+).

El cable escogido es del fabricante Prysmian, modelo "Afumex First Detect-Signal". Es un cable especialmente diseñado para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio.

Sus principales aplicaciones son para Circuitos de alarmas, detectores y pulsadores en sistemas contra incendios. El uso de este tipo de cables es obligatorio en los servicios de seguridad de los Locales de Pública Concurrencia, según especifica la ITC-BT 28 del REBT.



Figura 23. Cable S0Z1-k (AS+)

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)							
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 1	1,2	6,6	60	19,5	8,7	47,06	37,77
2 x 1,5	1,5	7,2	70	13,3	16,5	30,98	24,92
2 x 2,5	2	8,5	105	7,98	23	18,66	15,07

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.
→ XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8.

Tabla 17. Dimensiones, pesos y resistencias del cable S0Z1-k (AS+)

La canalización se realizará en tubo flexible corrugado libre de halógenos no propagador de la llama. Para su fijación se utilizarán bridas de cremallera tipo UNEX o equivalente.

Las líneas de altavoces no circularán por canalizaciones comunes a otras señales. Compartir las canalizaciones con líneas eléctricas puede provocar la aparición de zumbido en los altavoces, que según el grado de inducción, podría ser molesto.

No deberán circular en ningún caso, junto a las líneas de micrófonos ni interfonos, que son señales para las que se aconseja canalización independiente.

2.3.7 ATENUADORES

Para conseguir un buen rendimiento del amplificador, pero a volúmenes más bajos se usan unos aparatos llamados “atenuadores”. Los atenuadores disminuyen la potencia que llega a los altavoces, sin alterar el funcionamiento del cabezal, por lo que este trabaja en las mismas condiciones que cuando se usan volúmenes altos.

El objetivo de los atenuadores consiste en que la carga a la que está sometida la salida del amplificador sea la misma que cuando está conectado directamente a los altavoces, pero a su vez, no toda la potencia que sale del amplificador llega a los altavoces.

Para zonas sin atenuadores de nivel, la línea será de 2 conductores trenzados y en ella se conectarán todos los altavoces en paralelo. Si la zona tiene atenuadores, se realizará la conexión tal y como muestra la figura 24.

Se han escogido atenuadores del fabricante Optimus, modelo CV-4. Estos atenuadores están diseñados para funcionar sobre línea de 100 V, tanto en la entrada como en la salida, regulando la potencia en 6 fracciones mediante un conmutador sin fin de 12 posiciones.

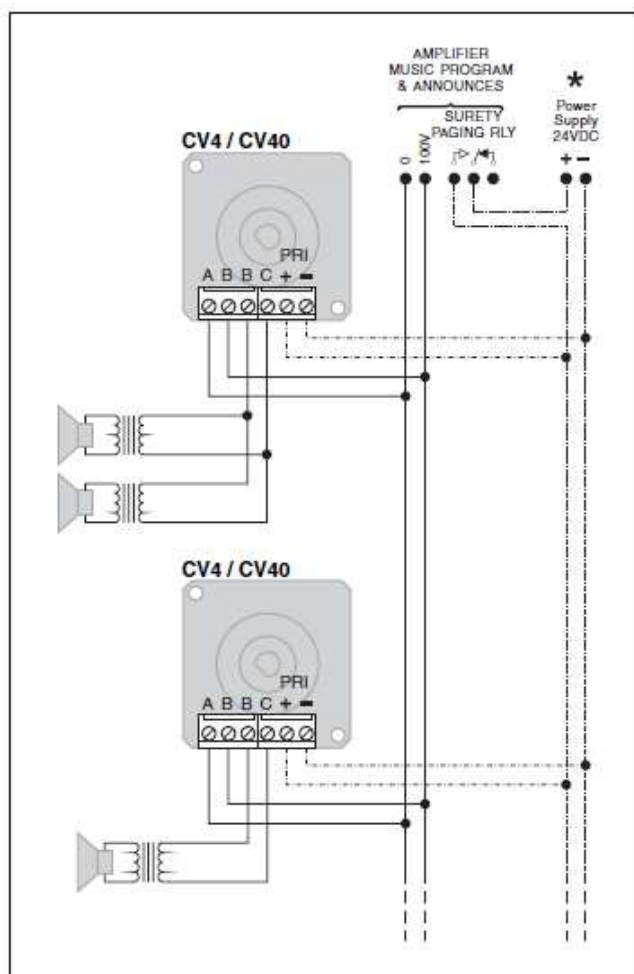


Figura 24. Esquema de conexión de los atenuadores

2.3.8 CALCULO DE LA SECCIÓN

Para poder estudiar las distancias máximas del cableado en función de la sección del cable y de la potencia del amplificador (para no obtener una pérdida superior al 10% en potencia), se adjunta la siguiente tabla:

		Sección (mm ²)					
		0,75	1,00	1,50	2,50	4,00	
Potencia (W)	60	178	237	345	577	931	metros
	120	89	119	173	289	466	
	240	44	59	86	144	232	
	360	30	40	58	96	155	
	480	22	29	44	73	116	

Tabla 18. Sección del cable de altavoz según potencia

2.3.9 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ADOPTADO

En la figura 25 se muestra un esquema de conexiones entre los diferentes componentes de la instalación de megafonía del edificio.



Figura 25. Esquema de la instalación de megafonía

PLANOS

LISTADO DE PLANOS

1. INSTALACIONES DE ALUMBRADO ALUMBRADO

- 1.1 ALUMBRADO PLANTA SEMISÓTANO
- 1.2 ALUMBRADO PLANTA BAJA
- 1.3 ALUMBRADO PLANTA PRIMERA
- 1.4 ALUMBRADO PLANTA SEGUNDA
- 1.5 ALUMBRADO PLANTA CASETONES

2. INSTALACIONES DE FUERZA

- 2.1 FUERZA PLANTA SEMISÓTANO
- 2.2 FUERZA PLANTA BAJA
- 2.3 FUERZA PLANTA PRIMERA
- 2.4 FUERZA PLANTA SEGUNDA
- 2.5 FUERZA PLANTA CASETONES

3. INSTALACIONES DE BANDEJAS

- 3.1 BANDEJAS PLANTA SEMISÓTANO
- 3.2 BANDEJAS PLANTA BAJA
- 3.3 BANDEJAS PLANTA PRIMERA
- 3.4 BANDEJAS PLANTA SEGUNDA
- 3.5 BANDEJAS PLANTA CASETONES

4. ESQUEMAS UNIFILARES

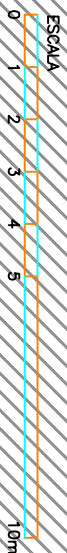
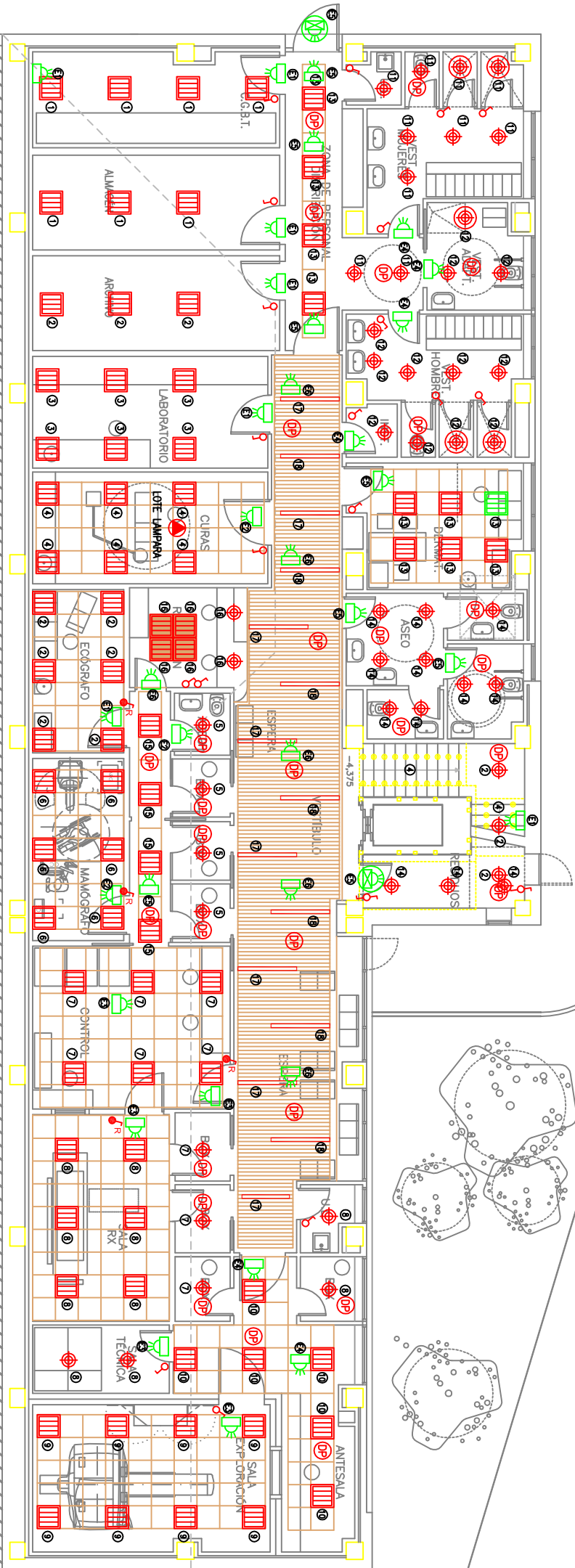
- 4.1 UNIFILAR DEL C.G.B.T. , A.T. Y ESQUEMA DE VERTICALES
- 4.2 UNIFILAR PLANTA SEMISÓTANO
- 4.3 UNIFILAR PLANTA BAJA
- 4.4 UNIFILAR PLANTA PRIMERA
- 4.5 UNIFILAR PLANTA SEGUNDA
- 4.6 UNIFILAR PLANTA CASETONES
- 4.7 UNIFILAR PARCELA

5. RED DE TIERRAS

6. REQUISITOS ELÉCTRICOS

LEYENDA ALUMBRADO

- LUMINARIA LINEAL 1x80W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- LUMINARIA LINEAL 1x54W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- PANTALLA ESTANCA 2x38W
- PANTALLA 4x14W TUVENTY FLAT DE TRILUX
- PANTALLA 4x14W PARA ZONAS ESTERILES
- PANTALLA 4x14W REGULABLE TUVENTY FLAT DE TRILUX
- LUMINARIA COLGANTE DECORATIVA PARA ZONAS DE ESPERA
- DOWNLIGHT MODELO TUGATO LED DE PHILIPS
- DOWNLIGHT PARA ZONAS ESTERILES
- LUMINARIA FLUORESCENTE EN CANDILEJA
- INTERRUPTOR
- INTERRUPTOR ESTANCO
- POTENCIOMETRO
- CONMUTADOR
- DETECTOR DE PRESENCIA
- TOMA ELECTRICA
- LUMINARIA EMERGENCIA 2111lm HYDRA DE DAISALUX
- LUMINARIA EMERGENCIA 2111lm IP65 HYDRA DE DAISALUX
- PROYECTOR COMPACTO 70W
- CIRCUITO DE ALUMBRADO
- CIRCUITO DE ALUMBRADO EMERGENCIA



UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

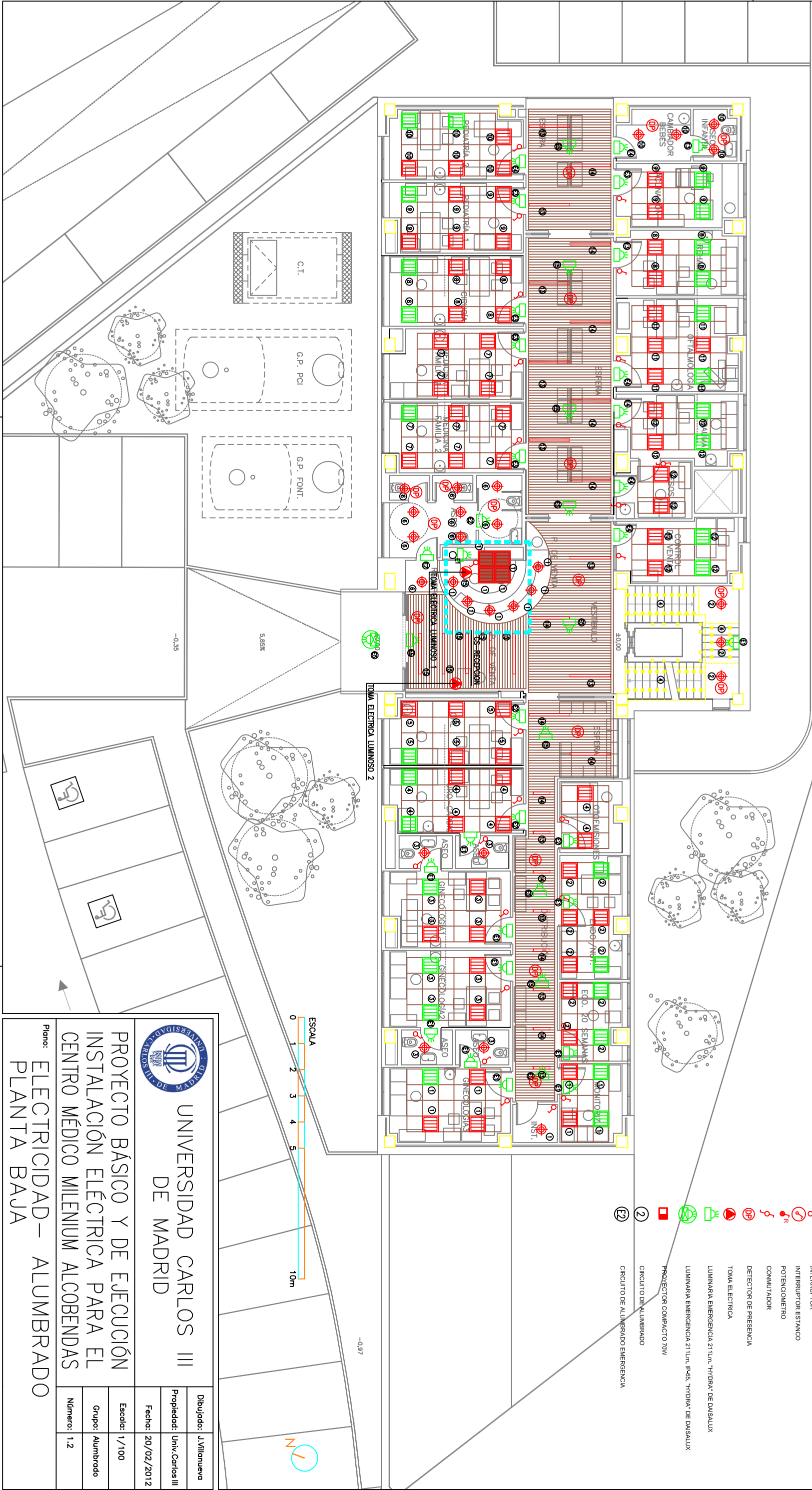
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Dibujado:	J. Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Alumbrado
Número:	1.1

Plano: ELECTRICIDAD – ALUMBRADO
PLANTA SEMISÓTANO

LEYENDA ALUMBRADO

- LUMINARIA LINEAL 1x60W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- LUMINARIA LINEAL 1x64W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- PANTALLA ESTANCA 2x38W
- PANTALLA 4x4'4W TUVENTY FLAT DE TRILUX
- PANTALLA 4x4'4W PARA ZONAS ESTERILES
- PANTALLA 4x4'4W REGULABLE TUVENTY FLAT DE TRILUX
- LUMINARIA COLGANTE DECORATIVA PARA ZONAS DE ESPERA
- DOWNLIGHT MODELO TUGATO LEOT DE PHILIPS
- DOWNLIGHT PARA ZONAS ESTERILES
- LUMINARIA FLUORESCENTE EN CANDLELIX
- INTERRUPTOR
- INTERRUPTOR ESTANCO
- POTENCIOMETRO
- CONMUTADOR
- DETECTOR DE PRESENCIA
- TOMA ELECTRICA
- LUMINARIA EMERGENCIA 2111Lm HYDRA DE DAISALUX
- LUMINARIA EMERGENCIA 2111Lm IP65 HYDRA DE DAISALUX
- PROYECTOR COMPACTO 70W
- CIRCUITO DE ALUMBRADO
- CIRCUITO DE ALUMBRADO EMERGENCIA





UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Dibujado: J.Villanueva

Propiedad: Univ.Carlos III

Fecha: 20/02/2012

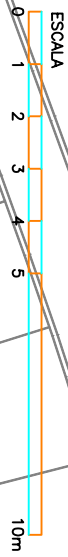
Escala: 1/100

Grupo: Alumbrado

Número: 1.2

Plano: ELECTRICIDAD – ALUMBRADO
PLANTA BAJA

- 2 CIRCUITO DE ALUMBRADO
- 17 CIRCUITO DE ALUMBRADO EMERGENCIA

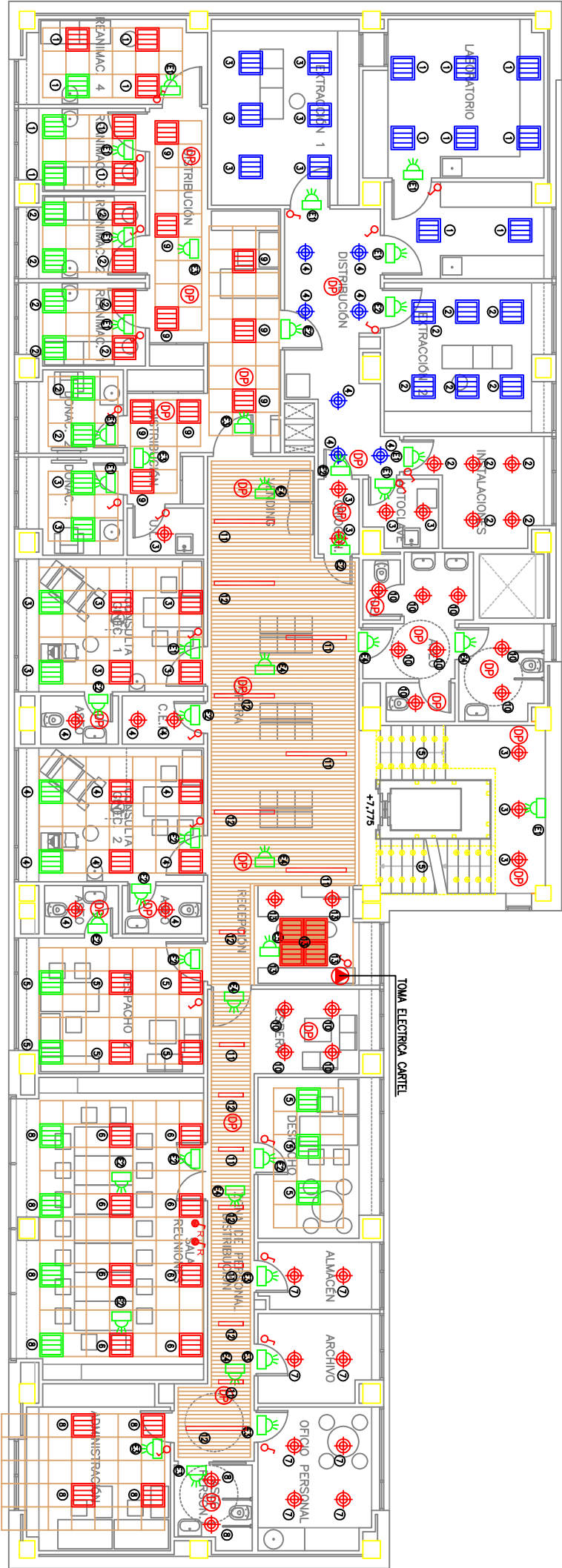


Dibujado:	J. Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Alumbrado
Número:	1.3

Plano: ELECTRICIDAD – ALUMBRADO
PLANTA PRIMERA

LEYENDA ALUMBRADO

- LUMINARIA LINEAL 1x80W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- LUMINARIA LINEAL 1x54W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- PANTALLA ESTANCA 2x38W
- PANTALLA 4x14W "LIVENTY" FLAT DE TRILUX
- PANTALLA 4x14W PARA ZONAS ESTERILES
- PANTALLA 4x14W REGULABLE "LIVENTY" FLAT DE TRILUX
- LUMINARIA COLGANTE DECORATIVA PARA ZONAS DE ESPERA
- DOWNLIGHT MODELO "FUGATO" LED DE PHILIPS
- DOWNLIGHT PARA ZONAS ESTERILES
- LUMINARIA FLUORESCENTE EN CANDILEJA
- INTERRUPTOR
- INTERRUPTOR ESTANCO
- POTENCIOMETRO
- CONMUTADOR
- DETECTOR DE PRESENCIA
- TOMA ELECTRICA
- LUMINARIA EMERGENCIA 2111L.m. "HYDRA" DE DALSALUX
- LUMINARIA EMERGENCIA 2111L.m. IP-65. "HYDRA" DE DALSALUX
- PROYECTOR COMPACTO 70W
- CIRCUITO DE ALUMBRADO
- CIRCUITO DE ALUMBRADO EMERGENCIA



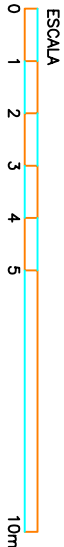
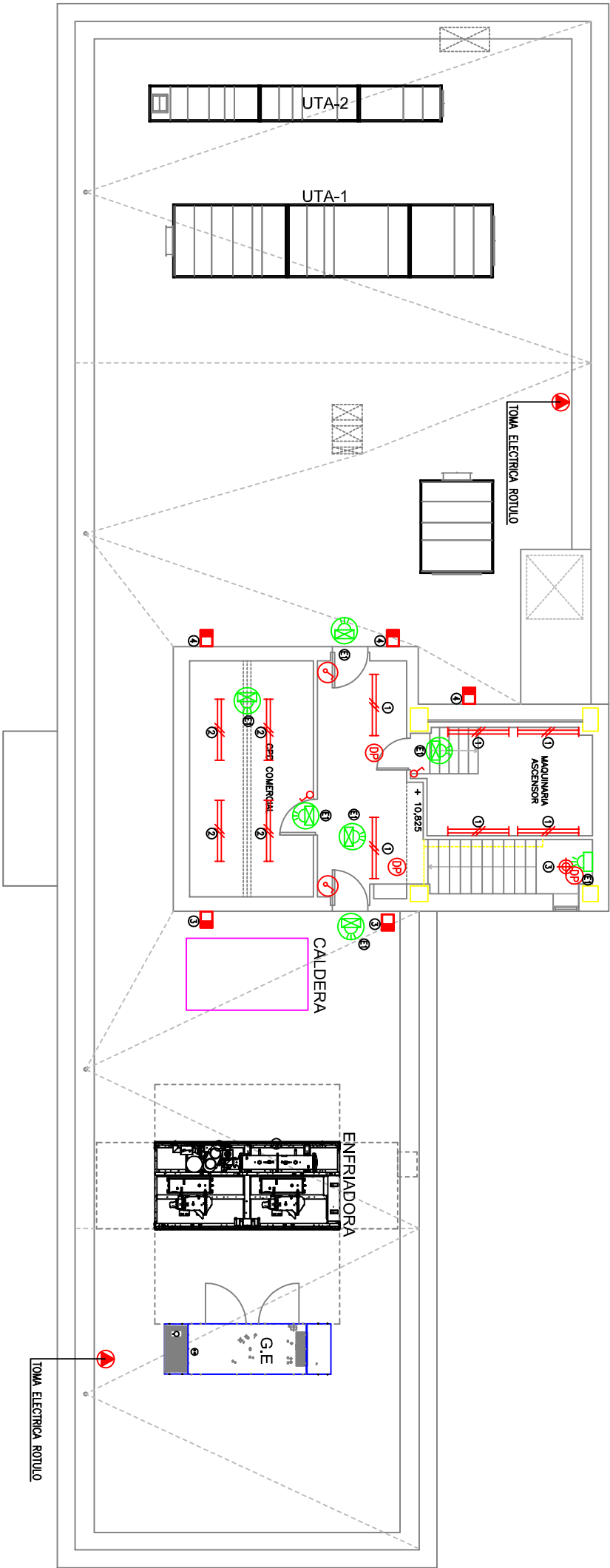
UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

Dibujado:	J. Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Alumbrado
Número:	1.4

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS
Plano: ELECTRICIDAD – ALUMBRADO
PLANTA SEGUNDA

LEYENDA ALUMBRADO

- [Red line with double bars] LUMINARIA LINEAL 1x80W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- [Red line with single bar] LUMINARIA LINEAL 1x54W PARA INTEGRAR EN FALSO TECHO
- [Red line with crossbar] PANTALLA ESTANCA 2x38W
- [Red line with crossbar] PANTALLA 4x14W TUVENTY FLAT DE TRILUX
- [Blue line with crossbar] PANTALLA 4x14W PARA ZONAS ESTERILES
- [Green line with crossbar] PANTALLA 4x14W REGULABLE TUVENTY FLAT DE TRILUX
- [Green line with crossbar] LUMINARIA COLGANTE DECORATIVA PARA ZONAS DE ESPERA
- [Red line with crossbar] DOWNLIGHT MODELO TUGATO LEPT DE PHILIPS
- [Blue line with crossbar] DOWNLIGHT PARA ZONAS ESTERILES
- [Blue line with crossbar] LUMINARIA FLUORESCENTE EN CANDILEJA
- [Red line with crossbar] INTERRUPTOR
- [Red line with crossbar] INTERRUPTOR ESTANCO
- [Red line with crossbar] POTENCIOMETRO
- [Red line with crossbar] CONMUTADOR
- [Red line with crossbar] DETECTOR DE PRESENCIA
- [Red line with crossbar] TOMA ELECTRICA
- [Green line with crossbar] LUMINARIA EMERGENCIA 211TL.m. HYDRA DE DAISALUX
- [Green line with crossbar] LUMINARIA EMERGENCIA 211TL.m. IP-65. HYDRA DE DAISALUX
- [Red line with crossbar] PROYECTOR COMPACTO 70W
- [Red line with crossbar] CIRCUITO DE ALUMBRADO
- [Red line with crossbar] CIRCUITO DE ALUMBRADO EMERGENCIA



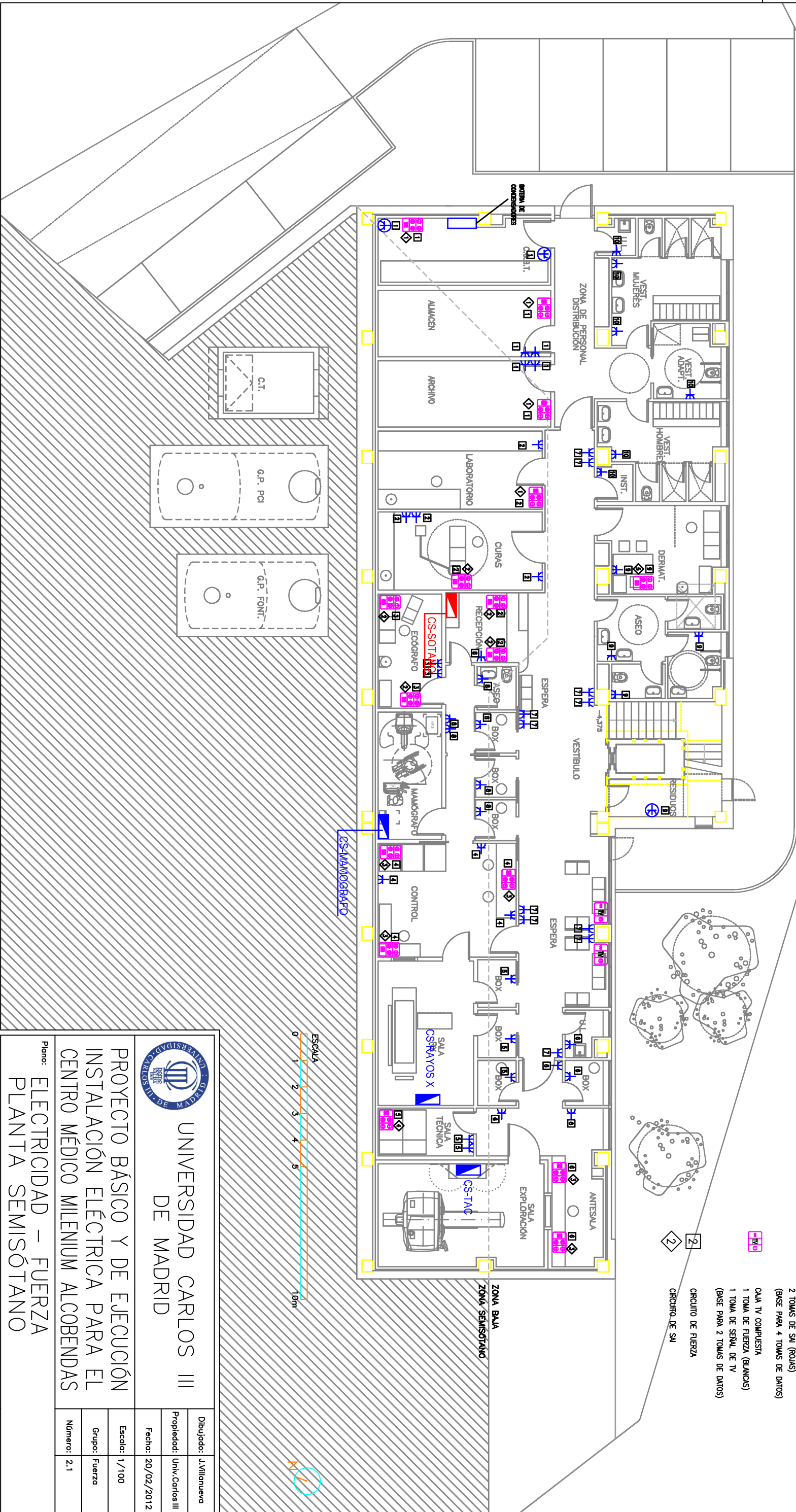
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID		Dibujado: J. Villanueva
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		Propiedad: Univ. Carlos III
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL		Fecha: 20/02/2012
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS		Escala: 1/100
		Grupo: Alumbrado
		Número: 1.5

Plano: ELECTRICIDAD – ALUMBRADO

PLANTA CASETONES

LEYENDA FUERZA

- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED-GRUPO
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED-GRUPO
- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1 EN SUELO
- PUESTO DE TRABAJO-
- 2 TOMAS DE FUERZA (BLANCAS)
- 2 TOMAS DE SA (ROJAS)
- (BASE PARA 4 TOMAS DE DATOS)
- CALA TV COMPUSTA
- 1 TOMA DE FUERZA (BLANCAS)
- 1 TOMA DE SEÑAL DE TV
- (BASE PARA 2 TOMAS DE DATOS)
- CIRCUITO DE FUERZA
- CIRCUITO DE SA





UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

Dibujado: J.Villanueva

Propiedad: Univ.Carlos III

Fecha: 20/02/2012

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Escala: 1/100

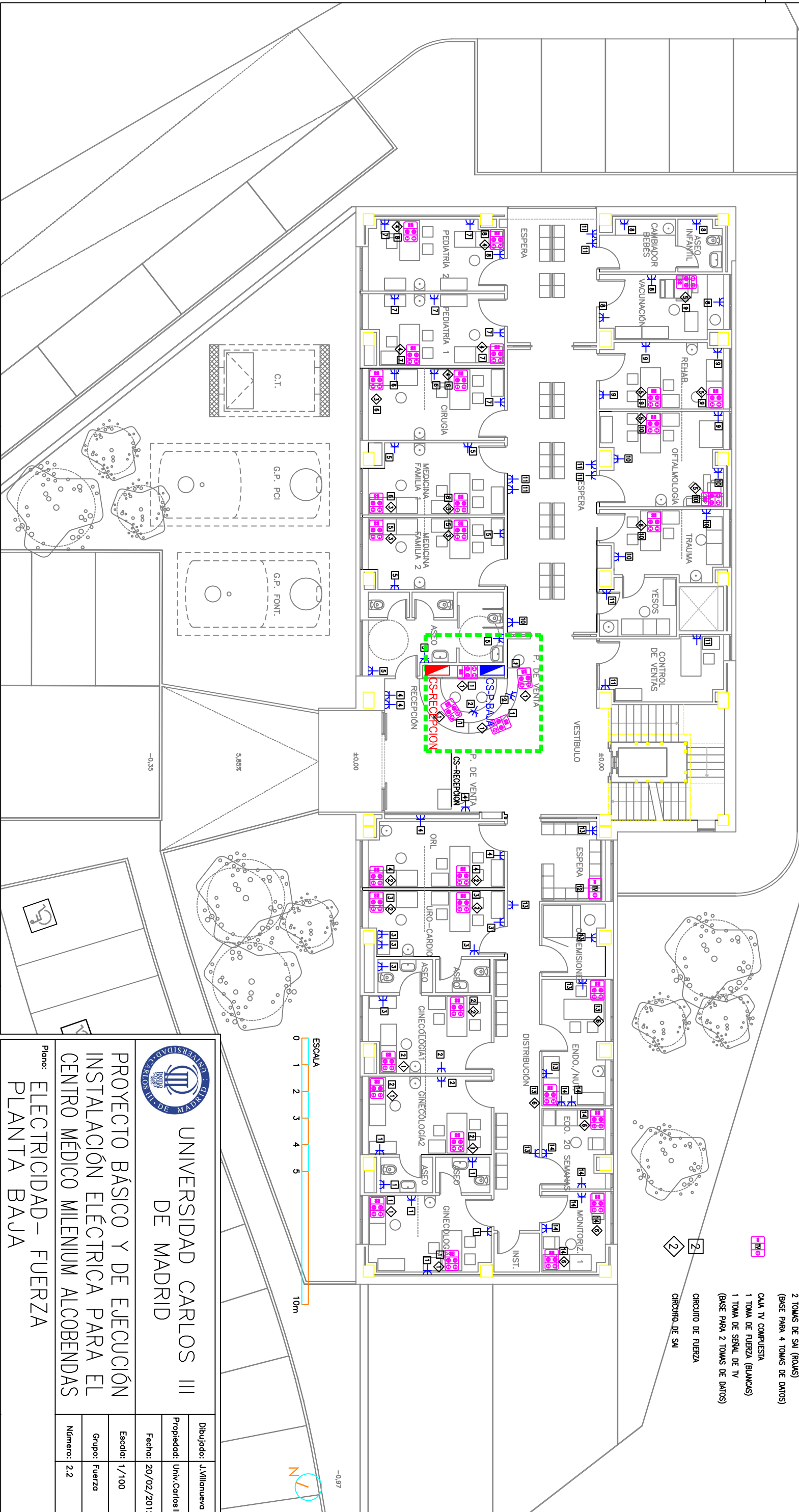
Grupo: Fuerza


Número: 2.1

Plano: ELECTRICIDAD – FUERZA
PLANTA SEMISÓTANO

LEYENDA FUERZA

- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED-GRUPO
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED-GRUPO
- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1 EN SUELO
- PUESTO DE TRABAJO-
- 2 TOMAS DE FUERZA (BLANCAS)
- 2 TOMAS DE SA (ROJAS)
- (BASE PARA 4 TOMAS DE DATOS)
- CALA TV COMPUESTA
- 1 TOMA DE FUERZA (BLANCAS)
- 1 TOMA DE SEÑAL DE TV
- (BASE PARA 2 TOMAS DE DATOS)
- CIRCUITO DE FUERZA
- CIRCUITO DE SA





UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Plano: ELECTRICIDAD- FUERZA
PLANTA BAJA

Dibujado:	J. Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Fuerza
Número:	2.2


LEYENDA FUERZA

- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED-GRUPO
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED-GRUPO
- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1 EN SUELO
- PUESTO DE TRABAJO-
- 2 TOMAS DE FUERZA (BLANCAS)
- 2 TOMAS DE SA (ROJAS)
- (BASE PARA 4 TOMAS DE DATOS)
- CALA TV COMPUSTA
- 1 TOMA DE FUERZA (BLANCAS)
- 1 TOMA DE SEÑAL DE TV
- (BASE PARA 2 TOMAS DE DATOS)

CIRCUITO DE FUERZA

CIRCUITO DE SA



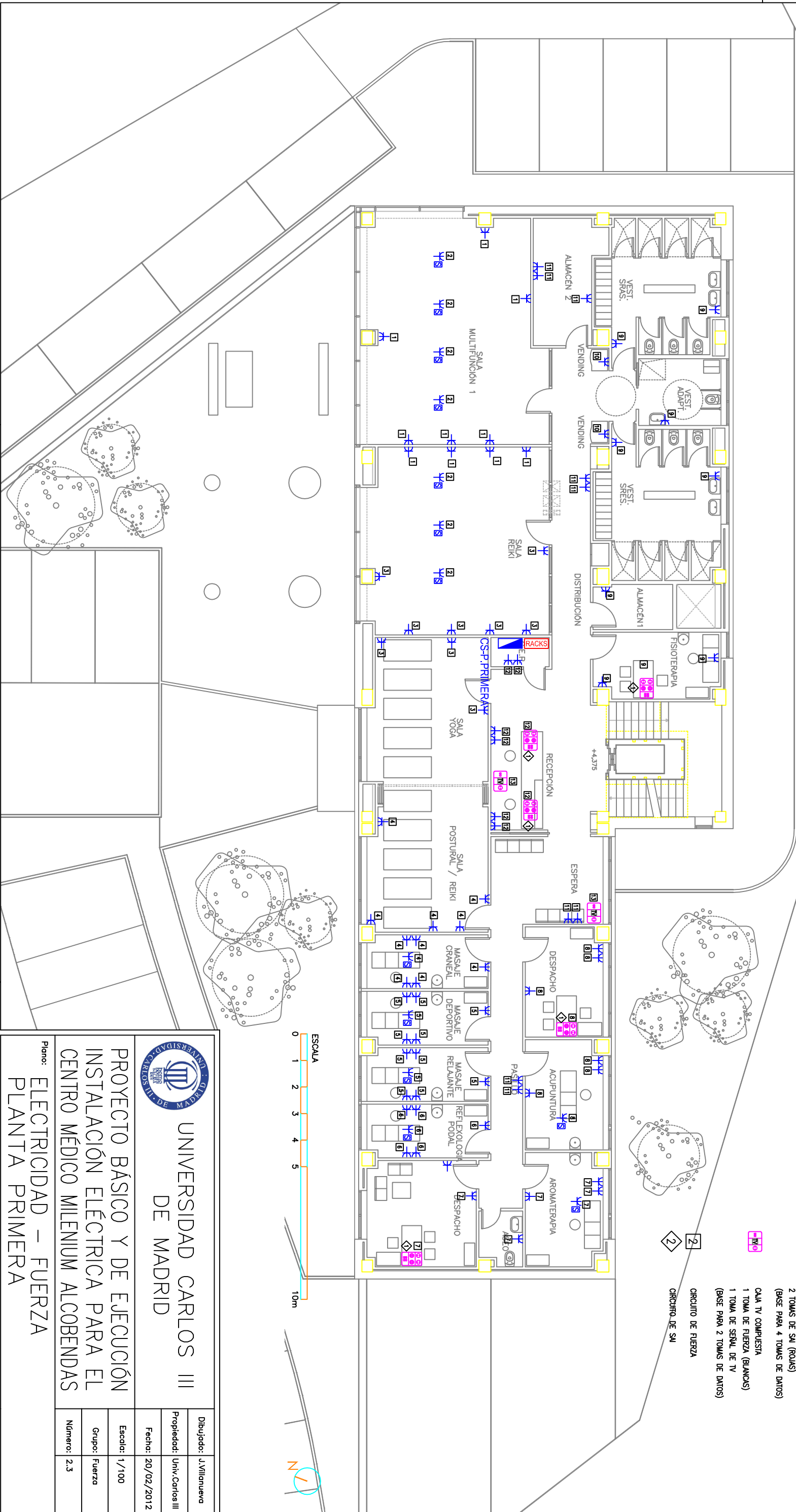


UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

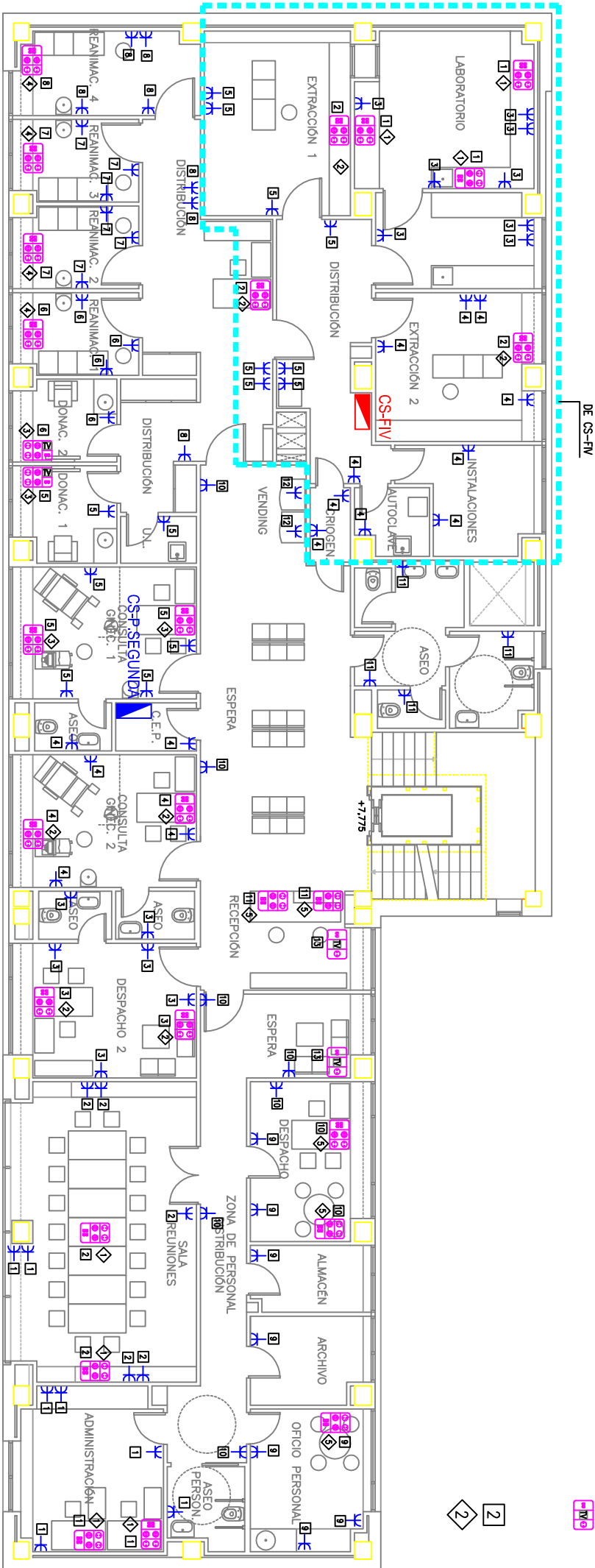
Plano: ELECTRICIDAD – FUERZA
PLANTA PRIMERA

Dibujado:	J.Villanueva
Propiedad:	Univ.Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Fuerza
Número:	2.3



LEYENDA FUERZA

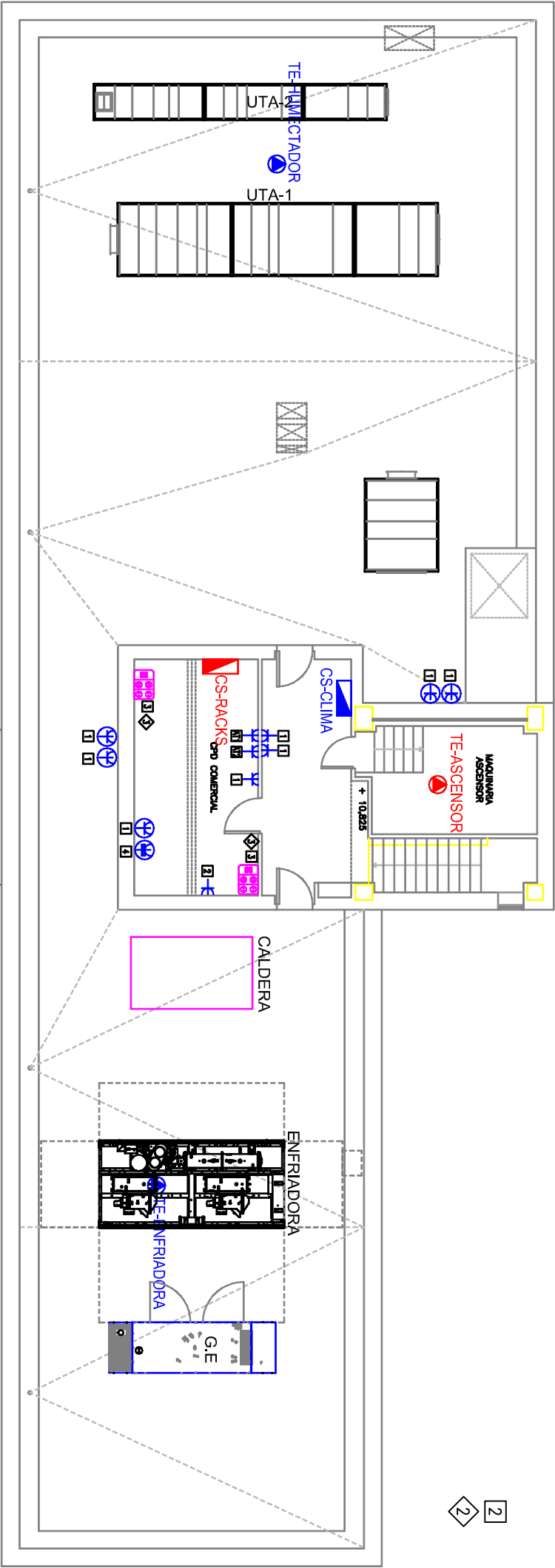
- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED-GRUPO
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED-GRUPO
- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1 EN SUELO
- PUESTO DE TRABAJO:
- 2 TOMAS DE FUERZA (BLANCAS)
- 2 TOMAS DE SA (ROJAS)
- (BASE PARA 4 TOMAS DE DATOS)
- CABA TV COMPUESTA
- 1 TOMA DE FUERZA (BLANCAS)
- 1 TOMA DE SEÑAL DE TV
- (BASE PARA 2 TOMAS DE DATOS)
- CIRCUITO DE FUERZA
- CIRCUITO DE SA



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID		Dibujado: J.Villanueva
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		Propiedad: Univ.Carlos III
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL		Fecha: 20/02/2012
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS		Escala: 1/100
ELECTRICIDAD – FUERZA		Grupo: Fuerza
PLANTA SEGUNDA		Número: 2.4

LEYENDA FUERZA

- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED-GRUPO
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED-GRUPO
- TOMA ELECTRICA DE FUERZA RED
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 2x16+1
- TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 3x25+NN+1
- TOMA DE CORRIENTE 2x16+1 EN SUELO
- PUUESTO DE TRABAJO-
 - 2 TOMAS DE FUERZA (BLANCAS)
 - 2 TOMAS DE SAI (ROJAS)
 - (BASE PARA 4 TOMAS DE DATOS)
- CAJA TV COMPUESTA
 - 1 TOMA DE FUERZA (BLANCAS)
 - 1 TOMA DE SERNL DE TV
 - (BASE PARA 2 TOMAS DE DATOS)
- CIRCUITO DE FUERZA
- CIRCUITO DE SAI



UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

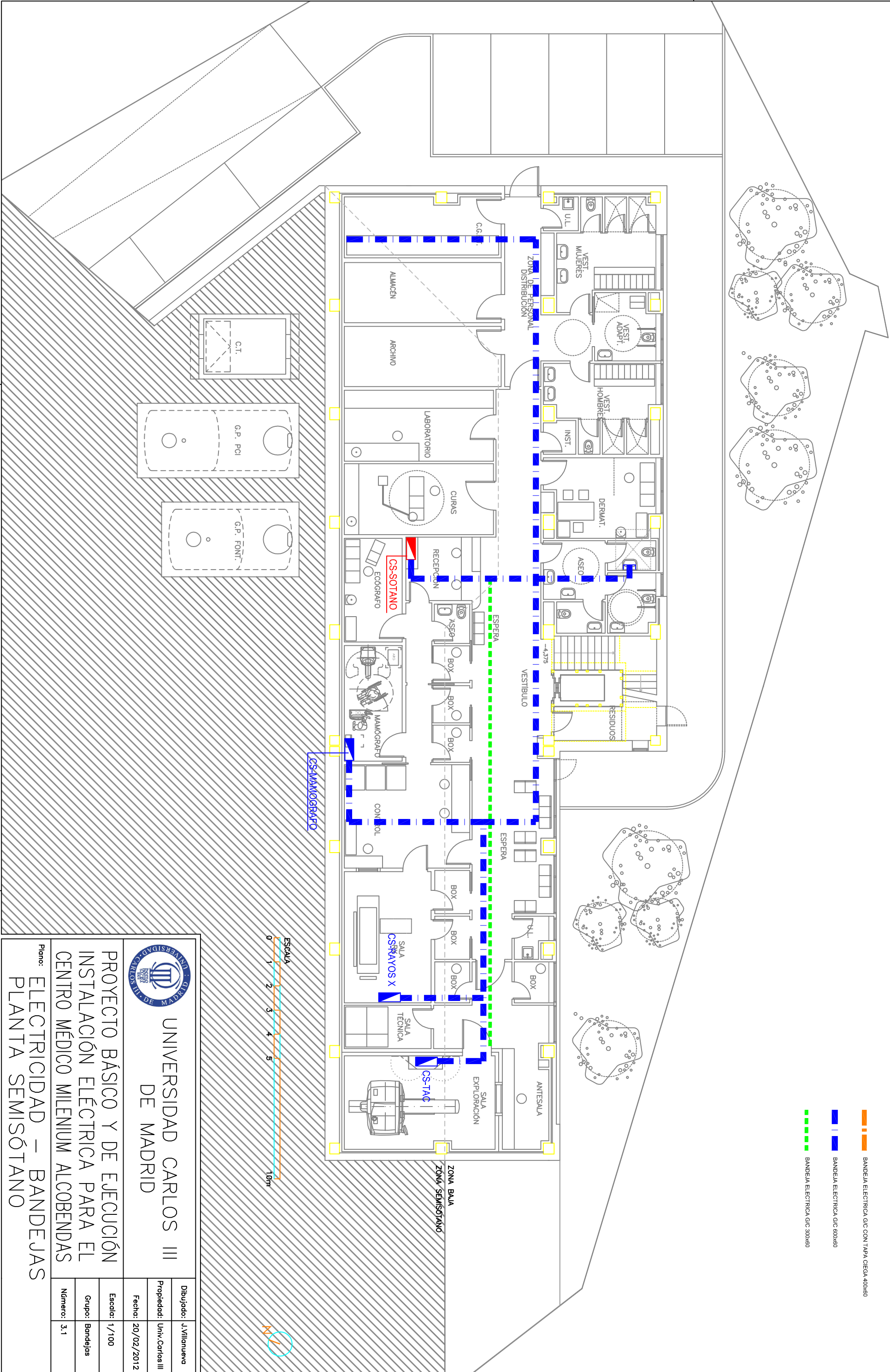
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Dibujado:	J. Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Fuerza
Número:	2.5

Plano: ELECTRICIDAD – FUERZA
PLANTA CASETONES

LEYENDA BANDEJAS

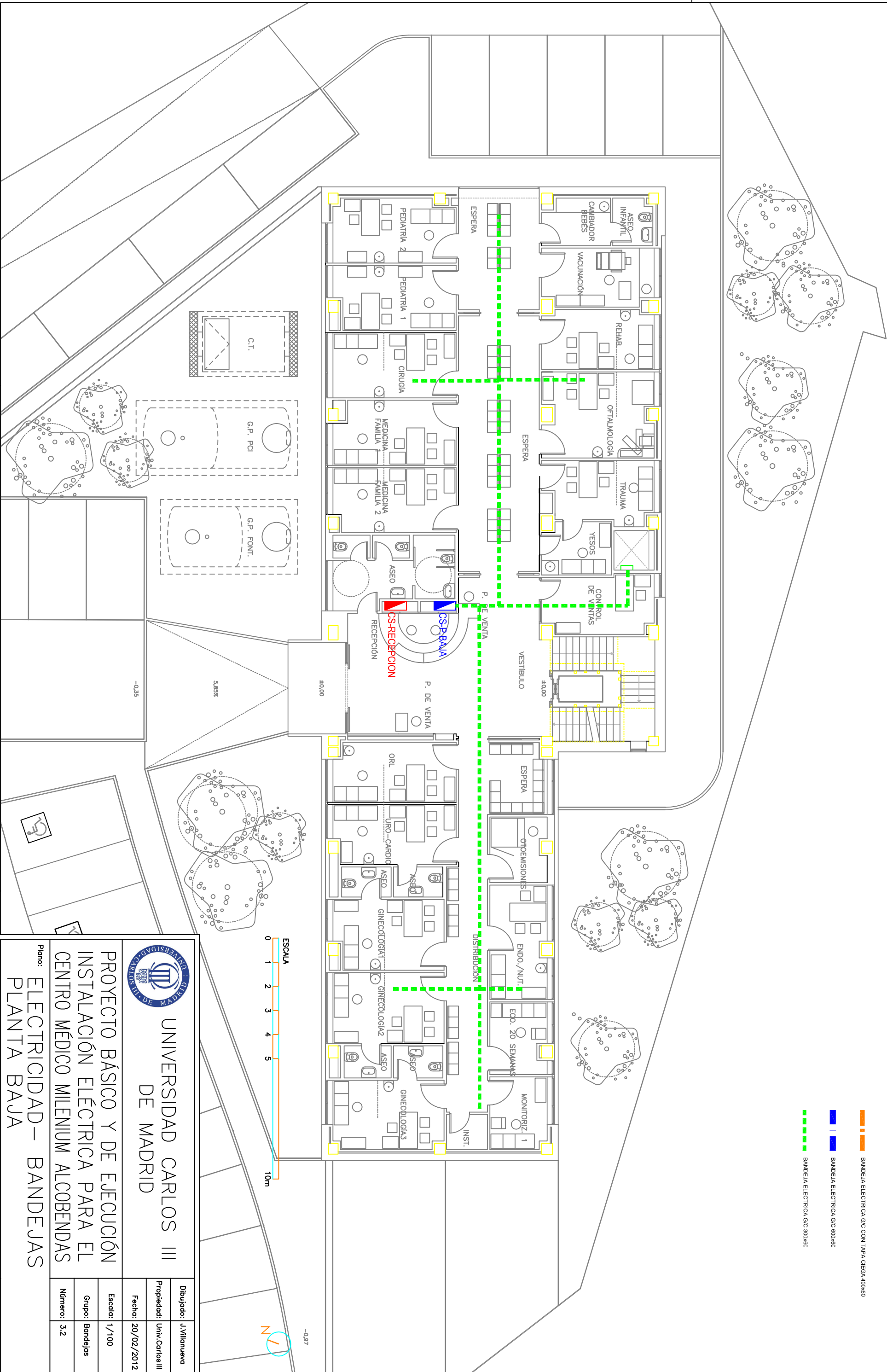
- BANDEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 300x60
- BANDEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 400x60
- BANDEJA ELECTRICA G/C 600x60
- BANDEJA ELECTRICA G/C 300x60




UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID		Dibujado: J. Villanueva
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		Propiedad: Univ. Carlos III
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL		Fecha: 20/02/2012
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS		Escala: 1/100
Plano: ELECTRICIDAD – BANDEJAS		Grupo: Bandejas
PLANTA SEMISÓTANO		Número: 3.1

LEYENDA BANDEJAS

- BADEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 300x60
- BADEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 400x60
- BADEJA ELECTRICA G/C 600x60
- BADEJA ELECTRICA G/C 300x60





UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

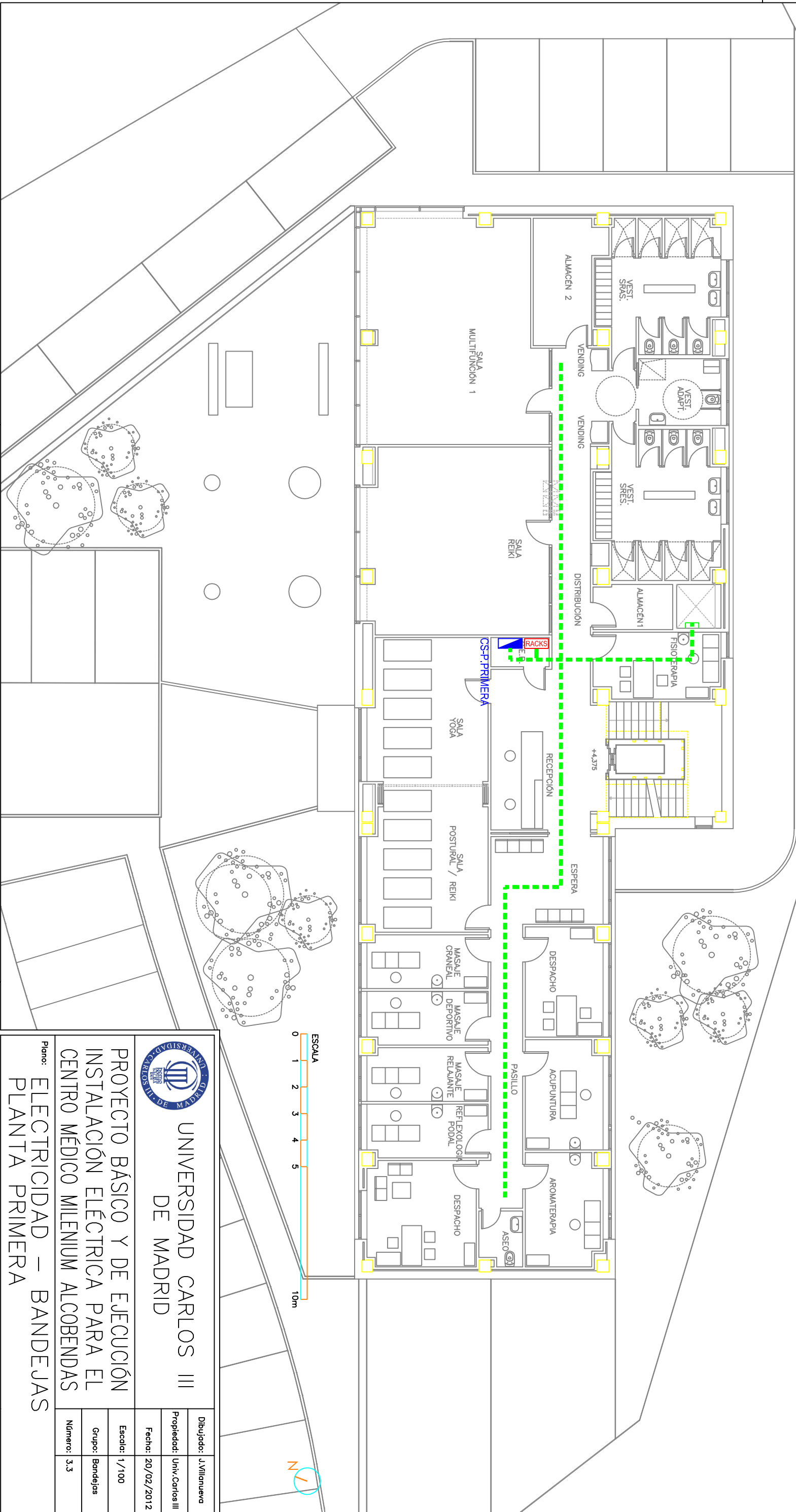
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Plano: ELECTRICIDAD – BANDEJAS
PLANTA BAJA

Dibujado:	J. Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Bandejas
Número:	3.2

LEYENDA BANDEJAS

- BADEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 300x60
- BADEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 400x60
- BADEJA ELECTRICA G/C 600x60
- BADEJA ELECTRICA G/C 300x60



UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Plano: ELECTRICIDAD – BANDEJAS
PLANTA PRIMERA

Dibujado:	J. Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Bandejas
Número:	3.3

LEYENDA BANDEJAS

BANDEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 300x60

BANDEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 400x60

BANDEJA ELECTRICA G/C 600x60

■ ■ ■ ■ ■ BANDEJA ELECTRICA G/C 300x60

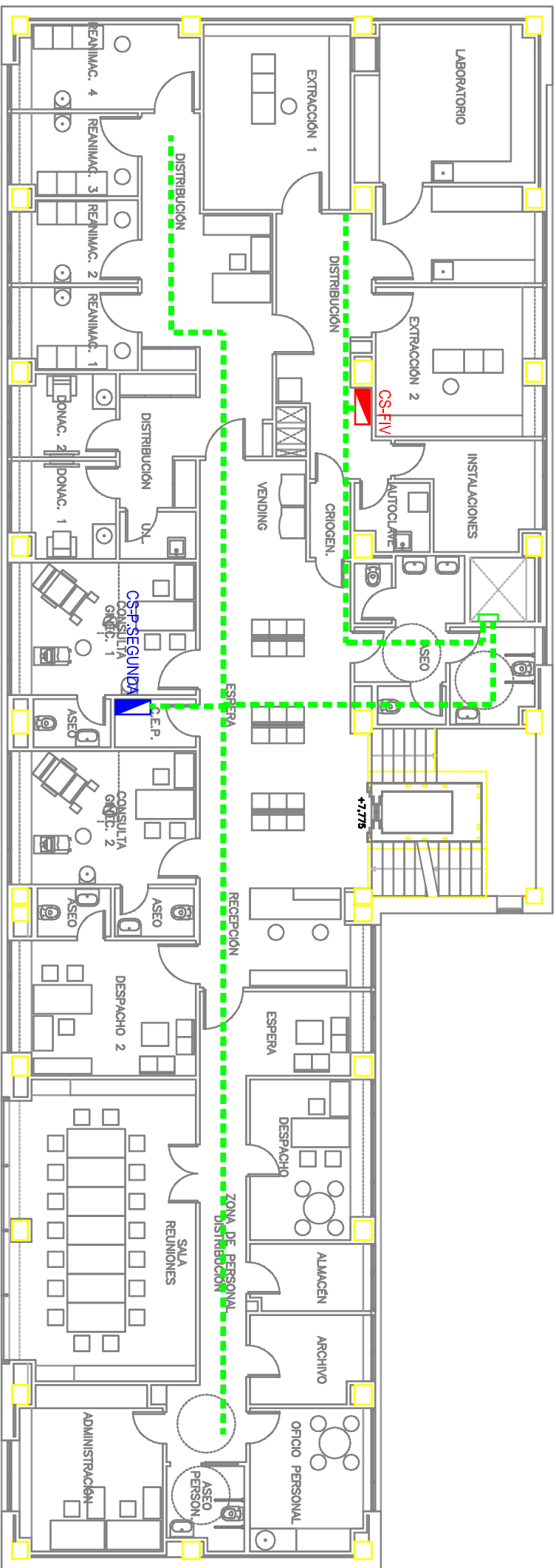


Diagram of a staircase (ESCALA) with 5 steps. The steps are numbered 0 to 5. The total height is 10m.

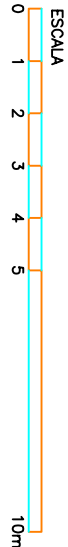
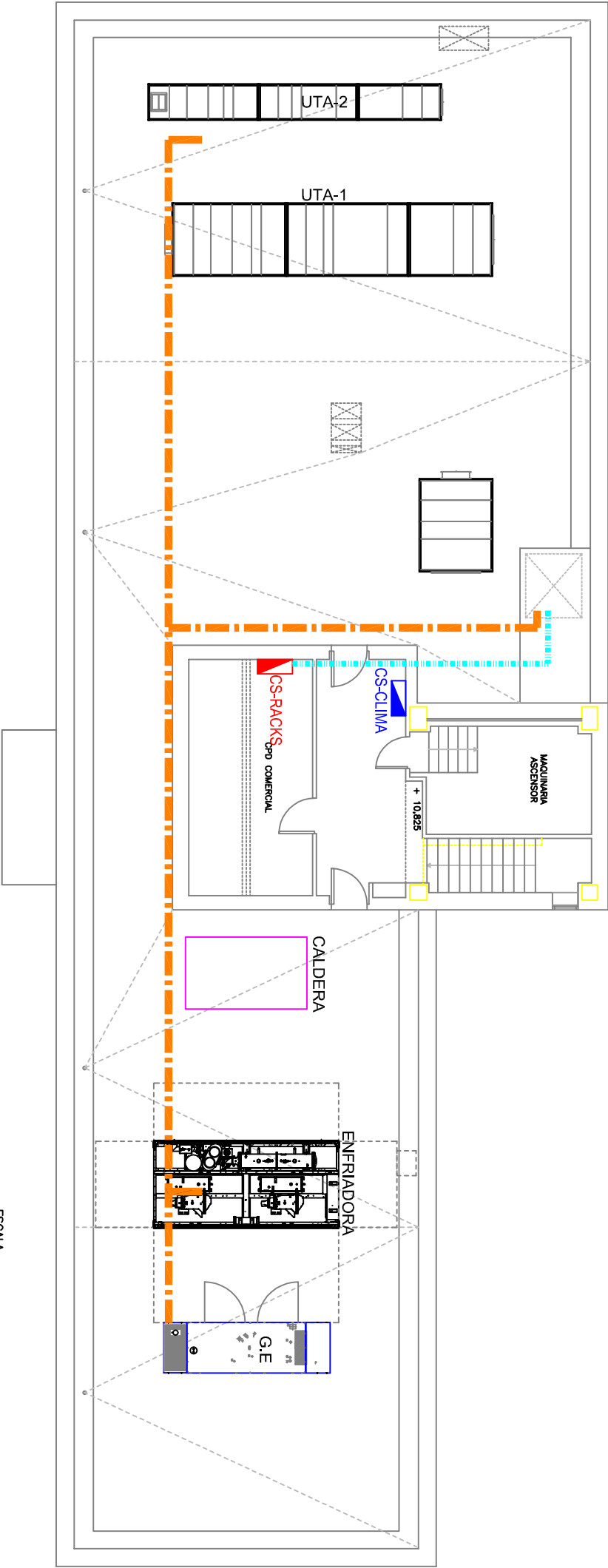


	
<p align="center">UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID</p>	
<p align="center">PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS</p>	
Dibujado:	J.Villanueva
Propiedad:	Univ Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Bondéjics
Número:	3.4

Plano: ELECTRICIDAD – BANDEJAS
PLANTA SEGUNDA

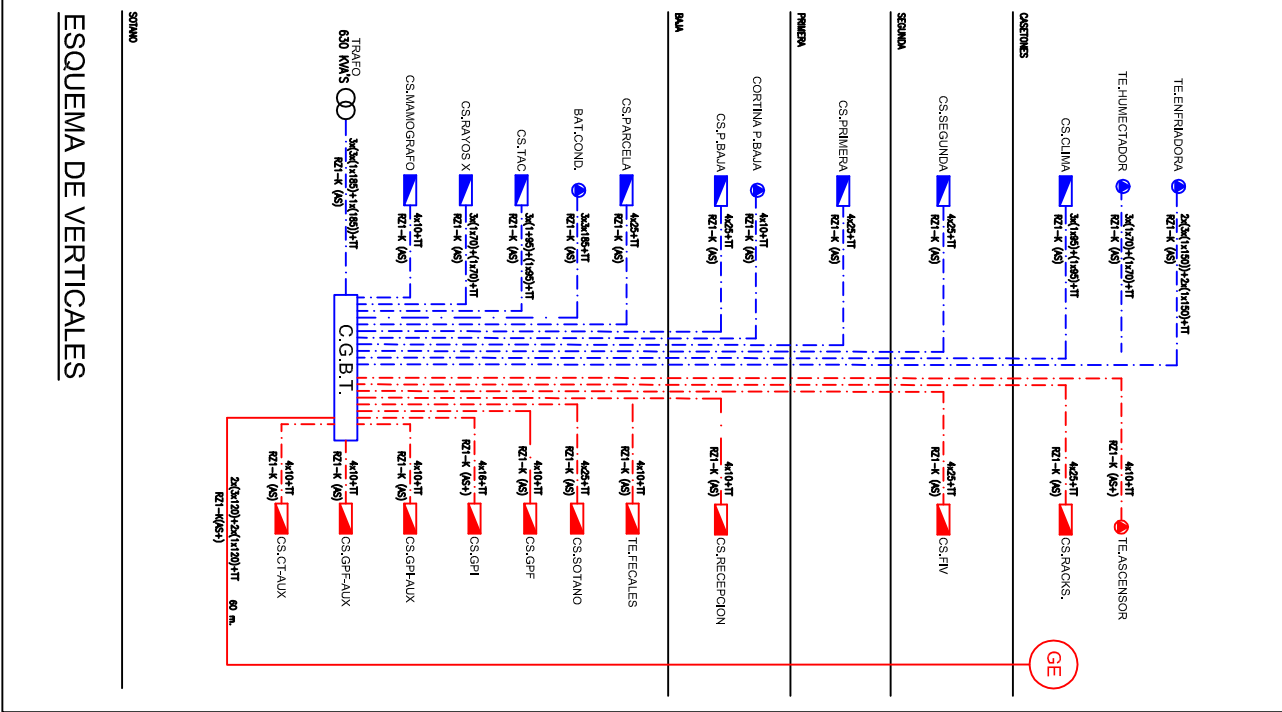
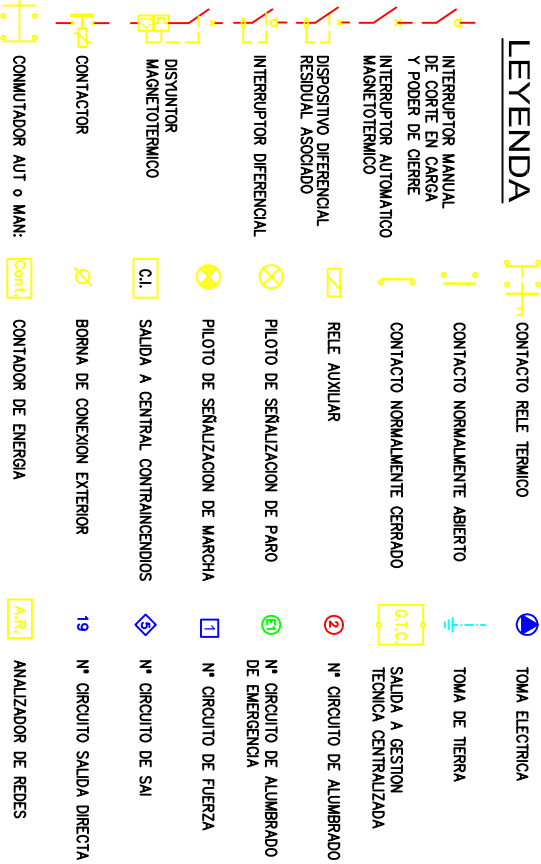
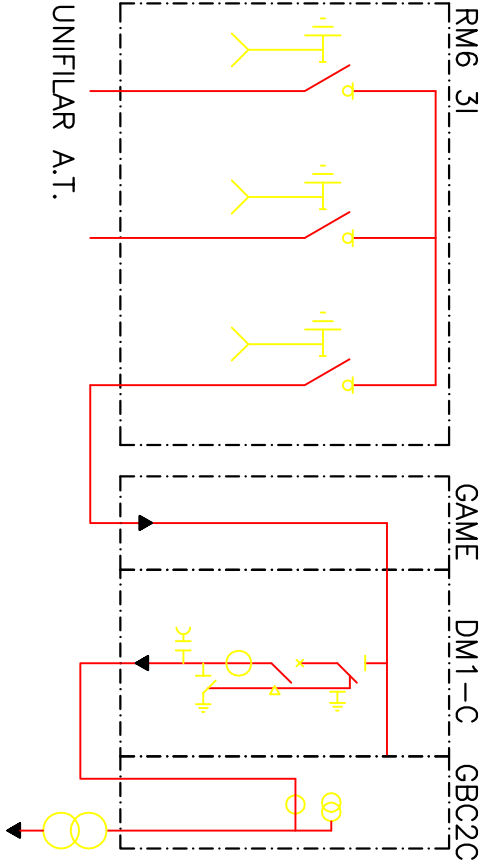
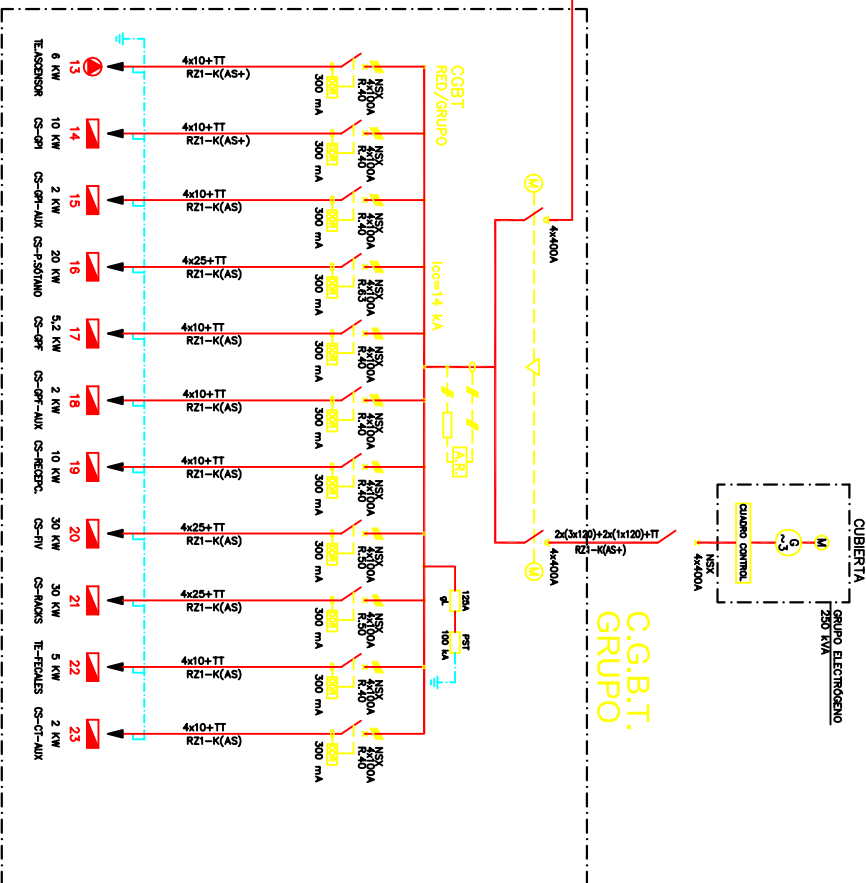
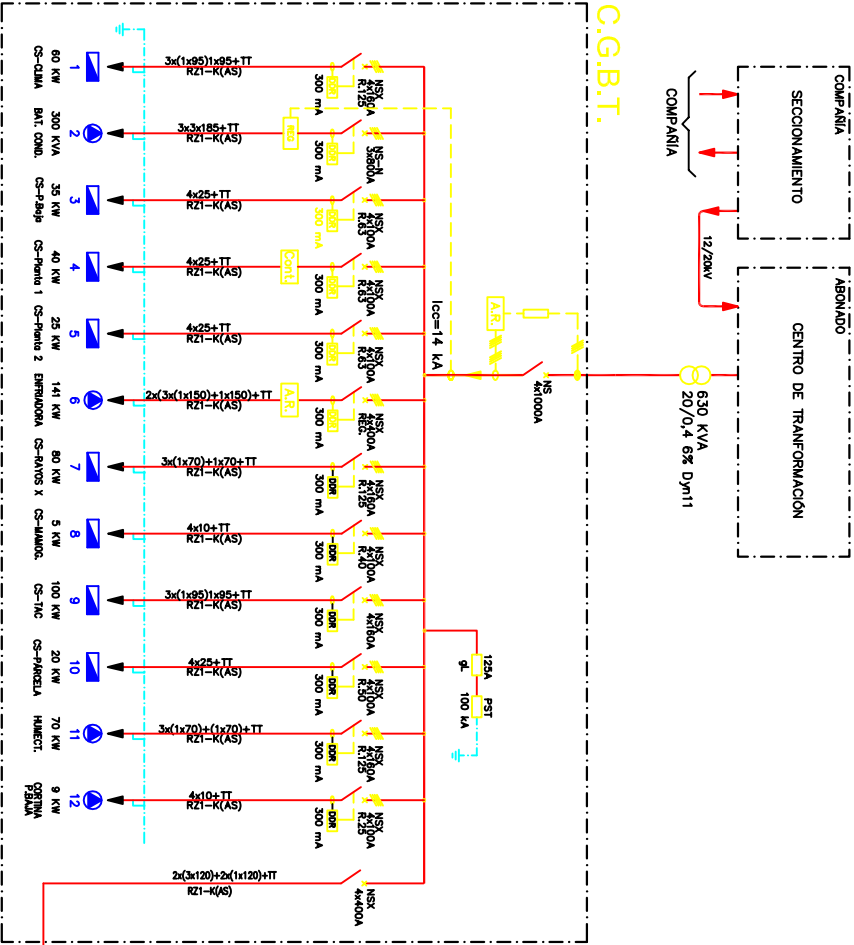
LEYENDA BANDEJAS

- BANDEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 300x60
- BANDEJA ELECTRICA G/C CON TAPA CIEGA 400x60
- BANDEJA ELECTRICA G/C 600x60
- BANDEJA ELECTRICA G/C 300x60



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID		Dibujado: J. Villanueva
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS		Propiedad: Univ. Carlos III
		Fecha: 20/02/2012
		Escala: 1/100
		Grupo: Bandejas
		Número: 3.5

Plano: ELECTRICIDAD – BANDEJAS
PLANTA CASETONES



UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Plano: ELECTRICIDAD
UNIFILARES C.G.B.T, A.T. Y ESQ. VERTICALES

Escala: 1/100

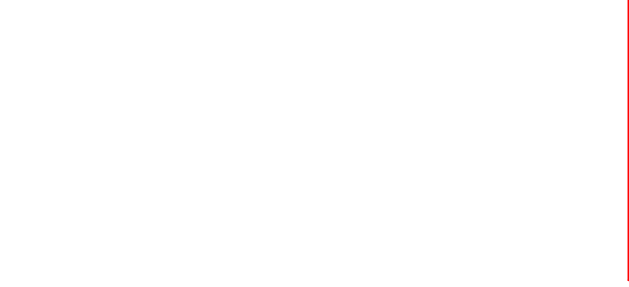
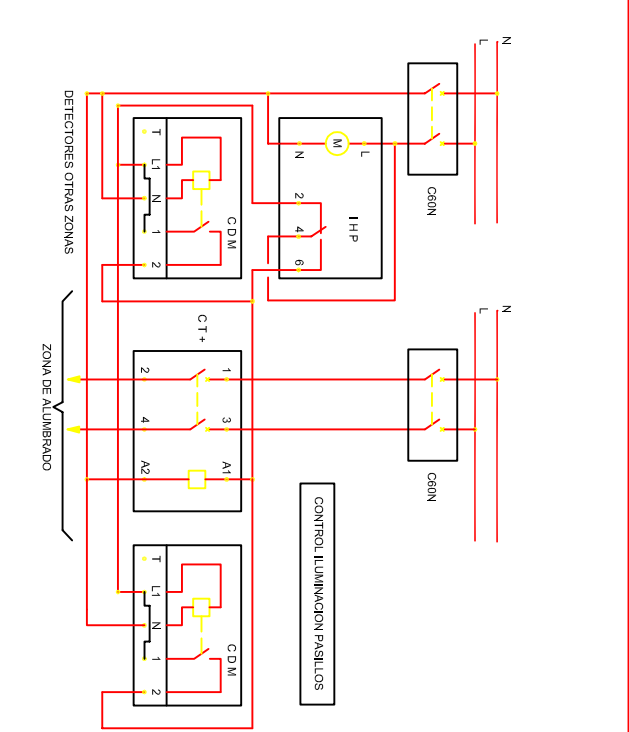
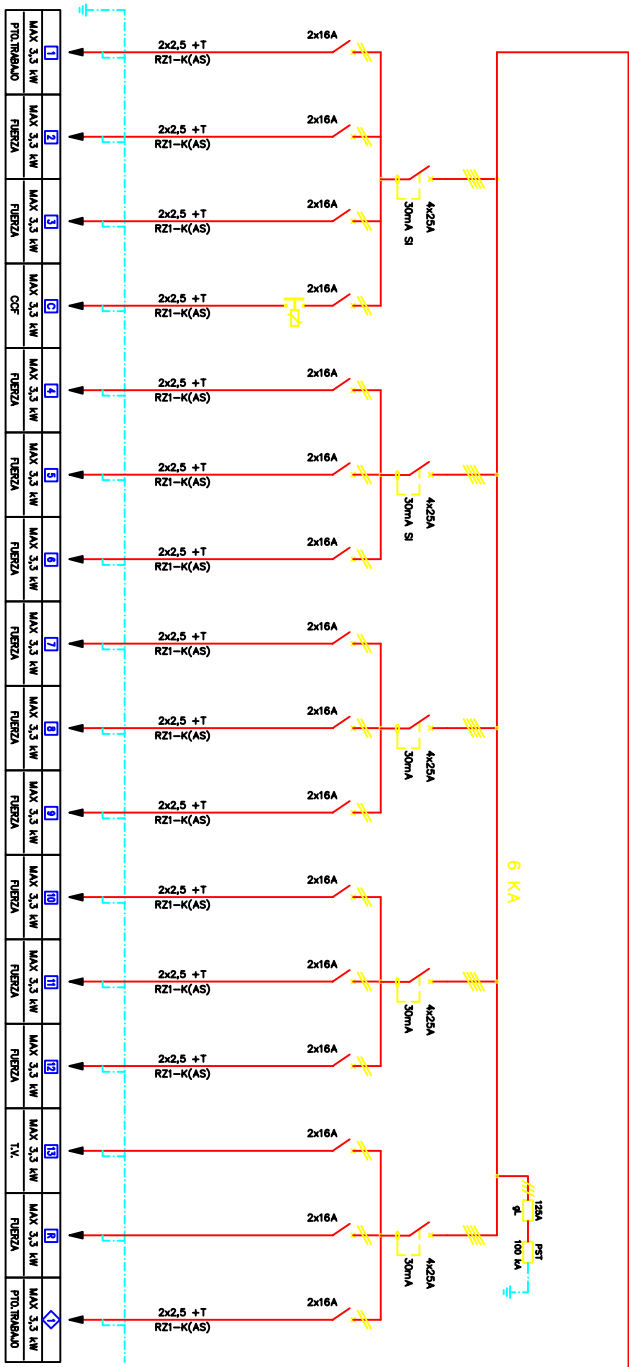
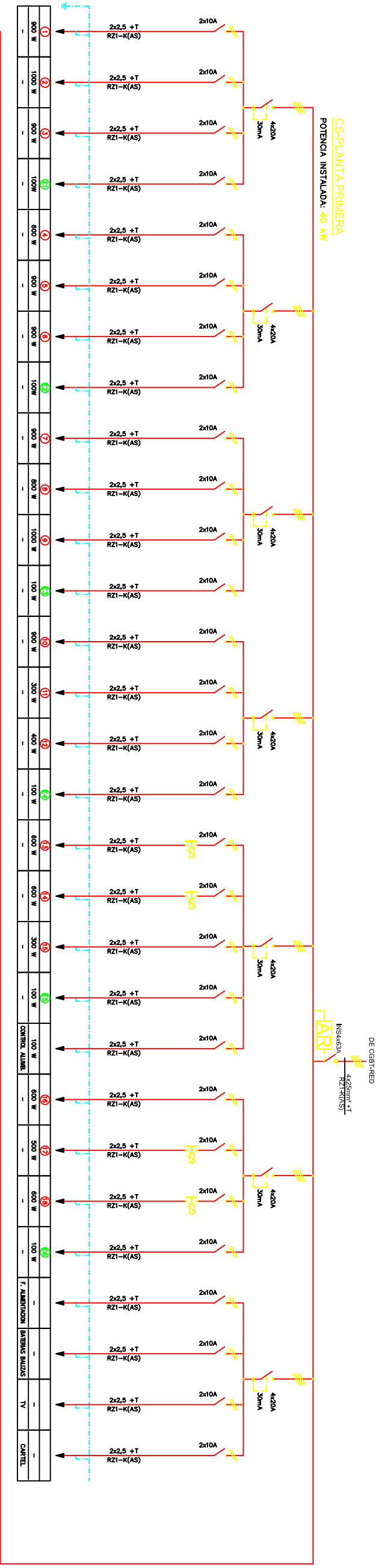
Grupo: Unifilares

Número: 4.1


Dibujado: J.Villanueva

Propiedad: Univ.Carlos III

Fecha: 20/02/2012



- LEYENDA**
- CONTACTO RELE TERMICO
 - CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO
 - CONTACTO NORMALMENTE CERRADO
 - RELE AUXILIAR
 - PILOTO DE SEÑALIZACION DE PARO
 - PILOTO DE SEÑALIZACION DE MARCHA
 - SAIDA A CENTRAL CONTRAINCENDIOS
 - BORNA DE CONEXION EXTERIOR
 - CONMUTADOR AUT o MAN:
 - CONTADOR DE ENERGIA
 - TOMA ELECTRICA
 - TOMA DE TIERRA
 - SAIDA A GESTION TECNICA CENTRALIZADA
 - Nº CIRCUITO DE ALUMBRADO
 - Nº CIRCUITO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA
 - Nº CIRCUITO DE FUERZA
 - Nº CIRCUITO SALIDA DIRECTA
 - ANALIZADOR DE REDES

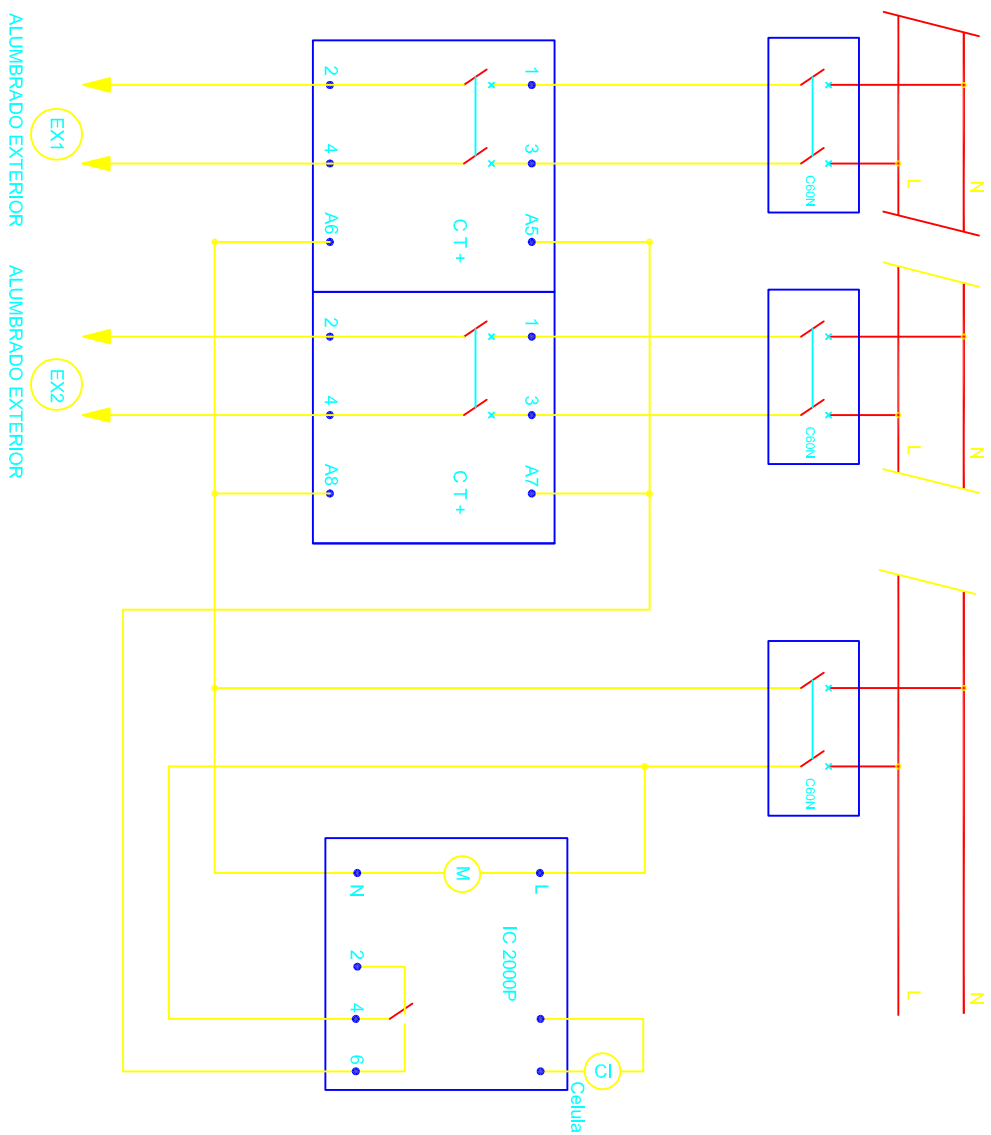
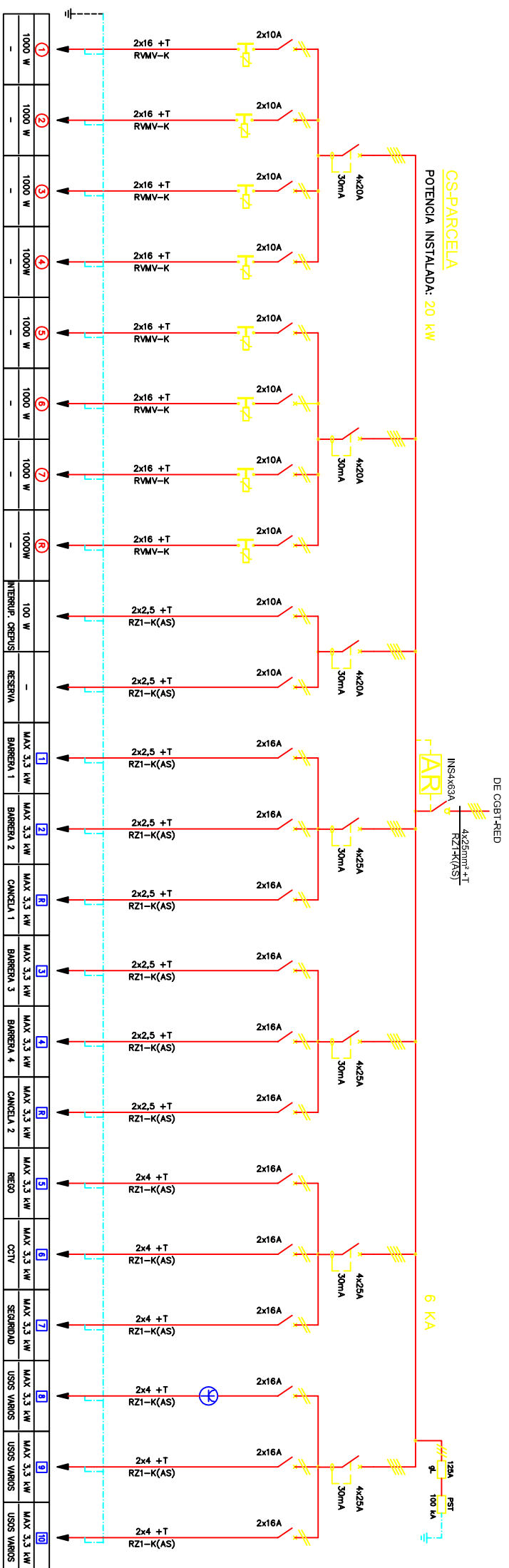


UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Plano: ELECTRICIDAD
UNIFILARES PLANTA PRIMERA

Dibujado:	J.Villanueva
Propiedad:	Univ.Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Unifilares
Número:	4-4



UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

Dibujado:	J.Villanueva
Propiedad:	Univ. Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Unitarios
Número:	4.7

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Plano:
ELECTRICIDAD
UNIFILARES PARCELA

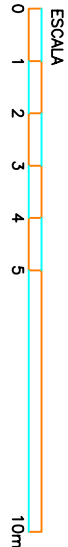
LEYENDA RED DE TIERRAS

- CONDUCTOR DE COBRE AISLADO DE 70mm² DE SECCION EFICAZ
- SOLDADURAS ALUMINOTERMICAS
- TOMA DE TIERRA MEDIANTE PICA DE ACERO-COBREADO DE 3mts. DE LONGITUD Y 142mm DE DIAMETRO
- CAMA DE SECCIONAMIENTO Y CONTROL EN ARQUETA
- UNION TN-S EDIFICIO

NOTA:

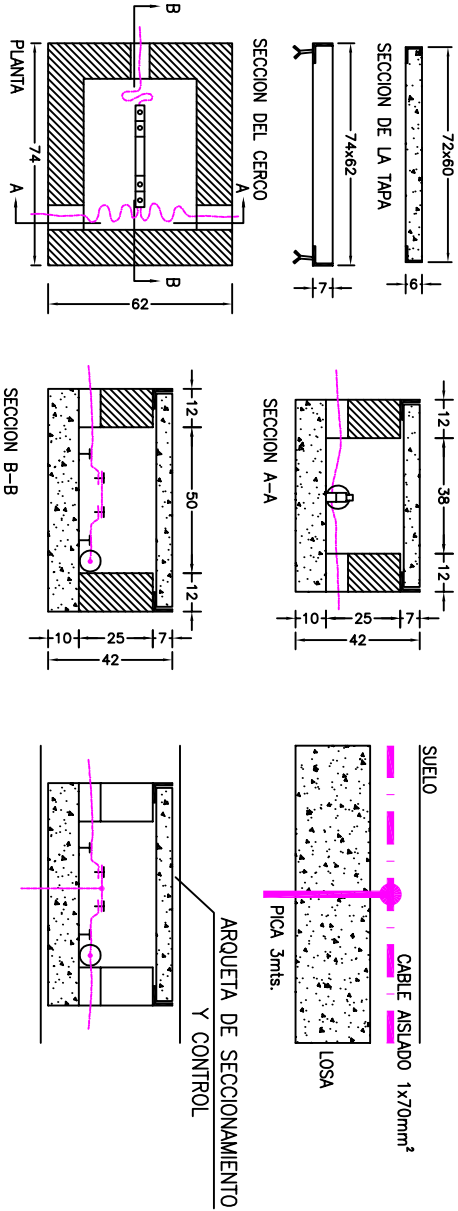
CABLE CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO RECOCIDO, DE 50mm² DE SECCION NOMINAL, CUERDA CIRCULAR DE UN MAXIMO DE ALAMBRES, RESISTENCIA ELECTRICA A 20°C. NO SUPERIOR A 0,514 Ohm/km EN CONTACTO CON EL TERRENO, Y A UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 80cm A PARTIR DE LA ULTIMA SOLERA TRANSITABLE. SUS UNIONES SE HARAN MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTERMICA.

LAS ESTRUCTURAS METALICAS Y ARMADURAS DE MUROS O SOPORTES DE HORMIGON SE SOLTARAN MEDIANTE UN CABLE CONDUCTOR, A LA CONDUCCION ENTERADA EN PUNTOS SITUADOS POR ENCIMA DE LA SOLERA O DEL FORADO DE COTA INFERIOR.

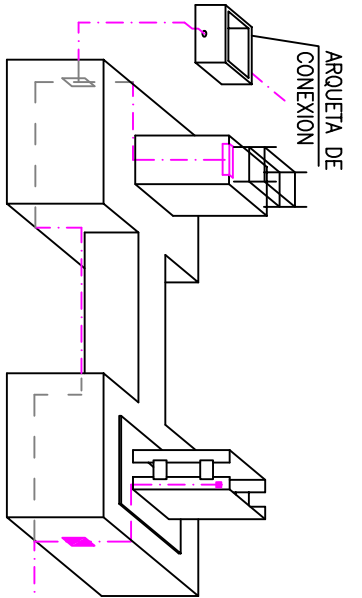


DETALLE ARQUETA DE CONEXION

cólicas en cm



DETALLE MONTAJE RED TIERRA ESTRUCTURA

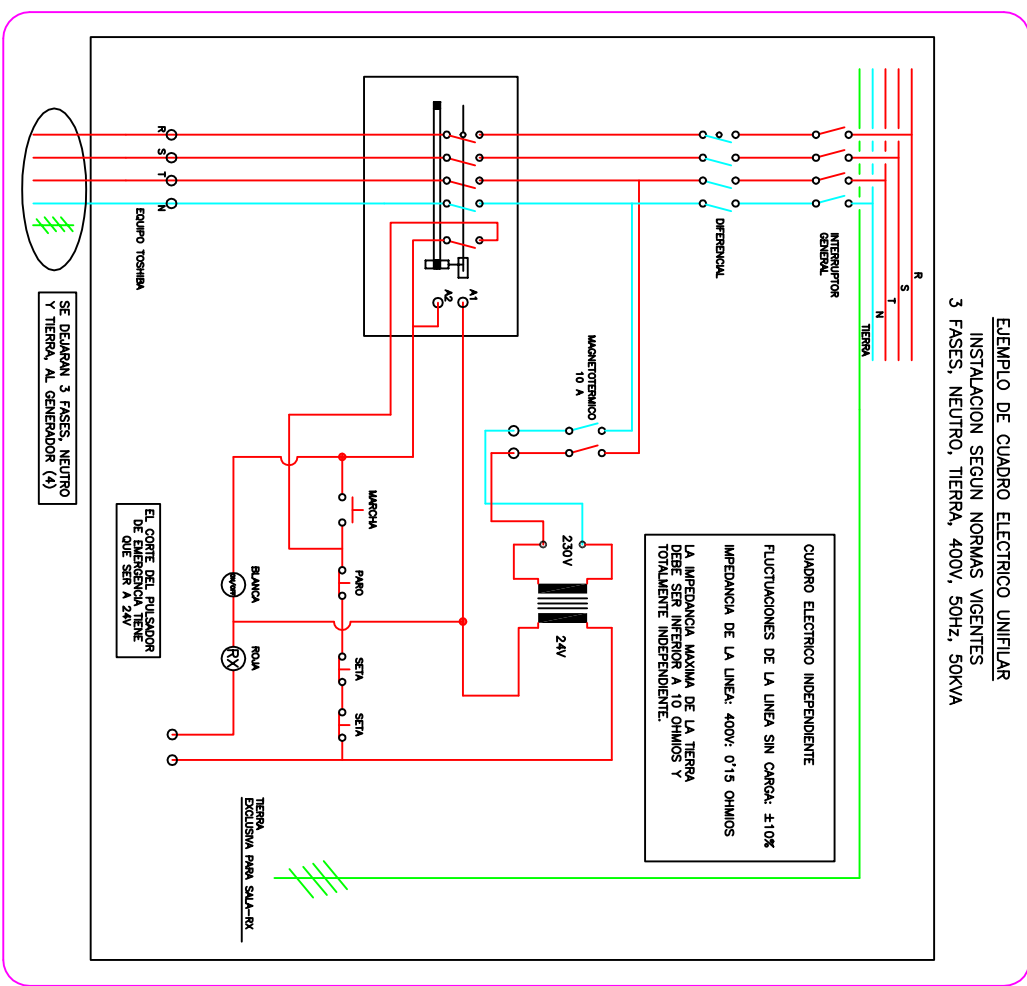
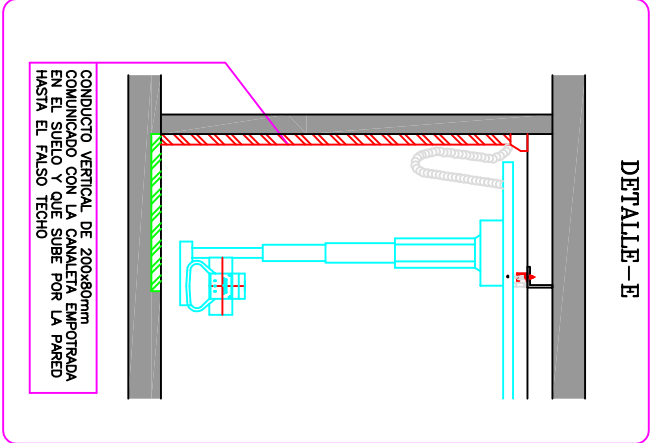
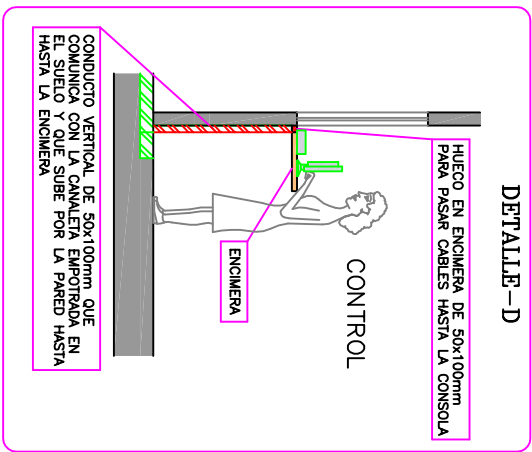
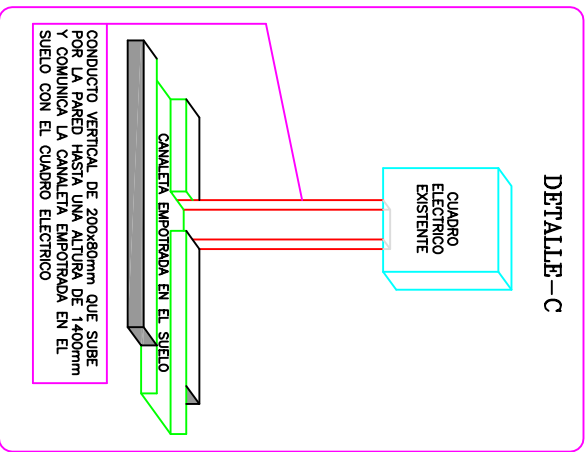
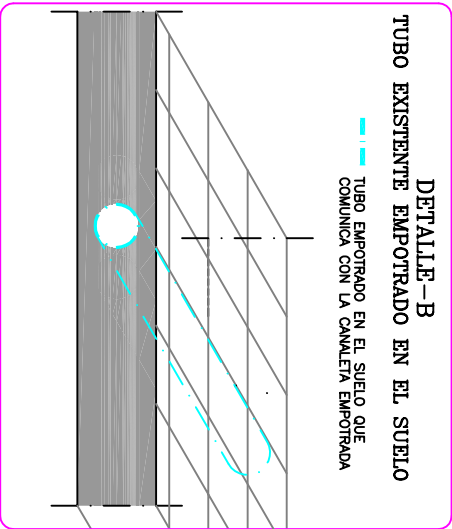
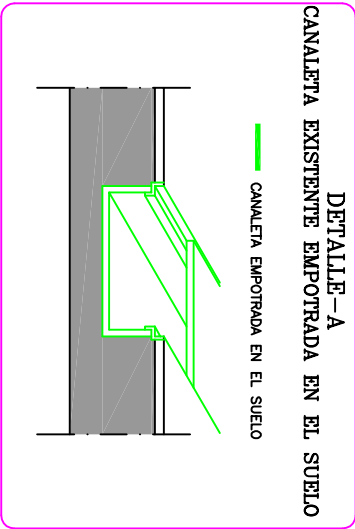
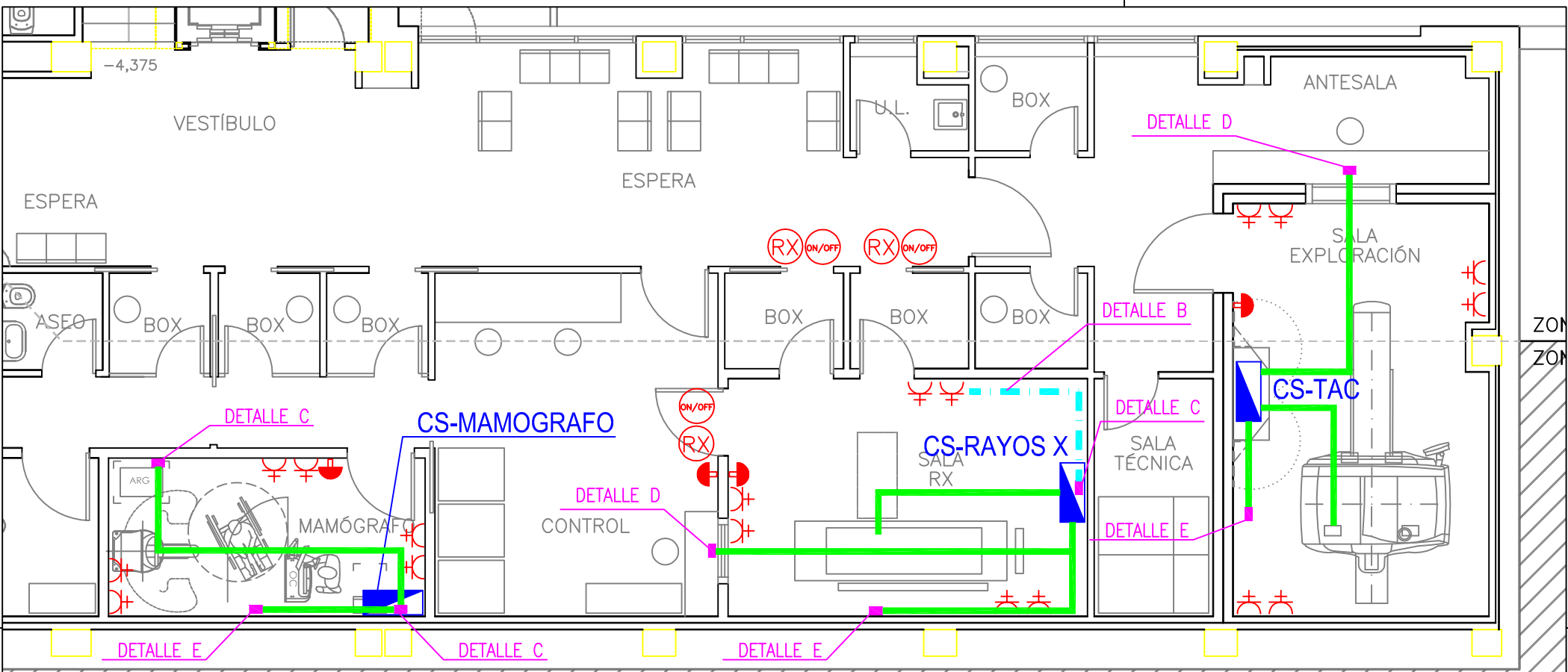


UNIVERSIDAD CARLOS III
DE MADRID

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL
CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS

Dibujado:	J.Villanueva
Propiedad:	Univ.Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Tierras
Número:	5

Plano: ELECTRICIDAD – RED DE TIERRAS
PLANTA SÓTANO



EL AIRE ACONDICIONADO NO ES NECESARIO QUE SEA INDEPENDIENTE SU INSTALACION SE DEBE REALIZAR SEGUN NORMATIVAS VIGENTES.

LAS MAQUINAS DE AIRE ACONDICIONADO DEBEN ESTAR CONECTADAS EN LA SALA DE CONTROL.

EN LA SALA DE EXPLORACION SE DEBE INSTALAR UN INTERRUPTOR DE INTENSIDAD REGULABLE PARA FACILITAR EL POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE POR MEDIO DE RAYOS DE LUZ EMITIDOS POR UNOS PROTECTORES DE ALIMENTACION.

EN LA SALA DE CONTROL, SE DISPONDRÁ DE UNA ILUMINACION DE INTENSIDAD REGULABLE PARA FACILITAR LA VISION DE LOS MONITORES.

LOS INTERRUPTORES, COMUTADORES Y REGULADORES DE LUZ, DEBEN ESTAR SITUADOS LO MAS CERCA POSIBLE DE LA CONSOLA DE CONTROL.



- LEYENDA CANALETA**
- CUADRO ELECTRICO SECUNDARIO PARA FUERZA (CS) RED
 - CANALETA PLASTICA EMPOTRADA EN SUELO 200x100 (DETALLE A)
 - TUBO PLASTICO #50 EMPOTRADO EN SUELO (DETALLE B)
 - DETALLE

- LEYENDA ELECTRICO**
- CUADRO ELECTRICO SITUADO A UNA ALTURA DEL SUELO DE 1400mm NECESARIO PARA LA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO
 - LUME MARCHA/PARO
 - ENCHUFES
 - PULSADOR EMERGENCIA
 - TOMAS DE VOZ Y DATOS
 - LAMPARA ROJA INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO DE RAYOS-X DE 24V (SITUADA POR EL EXTERIOR DE LA SALA DE EXPLORACION) LOS CABLES DE LA LAMPARA INDICADORA DE RAYOS-X DEBEN ESTAR ALIMENTADOS HASTA EL GENERADOR (5)
 - LAMPARA BLANCA INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO DEL SUELO DE EXPLORACION EL EXTERIOR DE LOS CABLES DE LA LAMPARA BLANCA INDICADORA DEL EQUIPO DEBEN ESTAR CONECTADOS CON EL CUADRO ELECTRICO
 - EL SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOS ELEMENTOS QUE SE MENCIONAN SERA POR MEDIO DE UN CABLEADO DE TIPO MONTAJE ENCAJANDO EL CUADRO ELECTRICO ES OBLIGATORIA

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL CENTRO MÉDICO MILENIUM ALCOBENDAS	
Plano:	ELECTRICIDAD – REQUISITOS ELÉCTRICOS PLANTA SÓTANO (RADIOLOGÍA)
Dibujado:	J.Villanueva
Propiedad:	Univ.Carlos III
Fecha:	20/02/2012
Escala:	1/100
Grupo:	Detalles
Número:	6

CONCLUSIONES

El presente proyecto, mediante los documentos y planos de los que se compone, ha buscado definir y explicar de la forma más didáctica posible, las condiciones técnicas, de ejecución y económicas necesarias para la instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro médico. Su elaboración ha servido como trabajo práctico para su presentación como Proyecto Fin de Carrera de la titulación Ingeniería Industrial en la Universidad Carlos III de Madrid.

El haber tenido la oportunidad de realizar este trabajo de forma simultánea a la realización de unas prácticas en la empresa Dielectro S.A., me ha permitido conocer en profundidad todos y cada uno de los elementos que componen el proyecto, y me ha aportado nuevos conocimientos de la mano de profesionales con una amplia experiencia en el campo de las instalaciones eléctricas.

Para el suministro normal de la instalación, se ha propuesto una conexión con la red de Media Tensión de la compañía que opera en la zona, a través de un centro de transformación propiedad del cliente (Sanitas). Este centro de transformación se ha dotado de un transformador dimensionado para soportar la totalidad de la potencia prevista para la instalación.

También se ha hecho una diferenciación entre cargas prioritarias, las cuales corresponden a aquellas que prestan servicios esenciales en los que debe mantenerse la alimentación eléctrica, y las que no hace falta mantener la alimentación de forma ininterrumpida. Para estos consumos prioritarios se ha propuesto un suministro eléctrico complementario a través del uso de un grupo electrógeno de gran potencia, que entrará en funcionamiento automáticamente ante un fallo en el suministro eléctrico normal. El grupo electrógeno estará dotado de una unidad de control para realizar la conmutación entre redes y la detección de un descenso en la tensión del suministro de red, así como su restablecimiento posterior.

Dado que se trata de un local de pública concurrencia, las medidas a tomar para garantizar la seguridad de los usuarios serán más estrictas que en una instalación común.

El centro médico contará con las siguientes instalaciones de puesta a tierra:

- Red de puesta a tierra de protección: chasis, bastidores, etc...
- Red de puesta a tierra de servicio: neutro del transformador, tierras de los secundarios, etc...

En cuanto al diseño de las instalaciones de iluminación, cabe destacar que el objetivo buscado ha sido el de proporcionar los niveles de iluminación adecuados para las áreas funcionales que componen el edificio, atendiendo a las necesidades

particulares de cada una de ellas. Para la realización de los cálculos luminotécnicos se ha tenido en cuenta el Código Técnico de la Edificación, en su Sección HE3.

En lo referente a la protección frente a las descargas atmosféricas, será necesaria la instalación de un pararrayos en el edificio que proporcione un camino de baja impedancia a tierra, evitando de este modo riesgos para las personas y bienes del edificio.

BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTOS Y NORMAS

- [1] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Real Decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de agosto
- [2] Código Técnico de la Edificación (CTE), establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de Noviembre
- [3] UNESA: Guía técnica sobre cálculo, diseño y medida de instalaciones de puesta a tierra en redes de distribución, 1985
- [4] Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-RAT) aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el BOE 1-8-84.
- [5] Niveles medios de iluminación según la norma EN 12464-1
- [6] Norma UNE 20460-5-523 para el cálculo de los conductores (AENOR)
- [7] Normativa de Iberdrola NI 50.44.03 (Enero de 2008) “Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior”

LIBROS Y MANUALES

- [8] Manual Teórico Práctico de Schneider: Instalaciones de baja tensión, editado por Schneider Electric España, primera edición Octubre 2003
- [9] “Instalaciones eléctricas, Soluciones a problemas en baja y alta tensión”. José Luis Sanz Serrano. Ed Paraninfo, 2004

CATÁLOGOS DE FABRICANTES

- [10] SCHNEIDER ELECTRIC, “Centros de Transformación 24kV MT/BT. Distribución Eléctrica Media Tensión. 2008”
- [11] Catálogo de aparamenta en Baja tensión de Schneider

- [12] Catálogo de Baja Tensión de Legrand
- [13] Catálogo de Prysmian cables
- [14] Catálogo de General Cable
- [15] Catálogo de Baterías automáticas de condensadores de Circutor
- [16] Catálogo de pararrayos de Cirprotec
- [17] Catálogo de luminarias de Trilux
- [18] Catálogo de Luminarias de Philips
- [19] Catálogo de bandejas de Pensa
- [20] Catálogo de canaletas de Unex

PÁGINAS WEB

- [21] Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:
www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/rebt_guia.asp
- [22] Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Baja Tensión:
www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc_bt/itc_bt.htm
- [23] Catálogos y manuales de Schneider Electric :
www.schneider-electric.com

SOFTWARE UTILIZADO

- [24] Programa de diseño: Autocad 2007
- [25] Programa para cálculos luminotécnicos: Dialux 4.7
- [26] Programa para el cálculo de presupuestos: Presto v8.8
- [27] Programa para el cálculo de secciones de cables: Prysmitool

